

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



IFW

Docket No. 1232-5342

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HATAKEYAMA, et al.

Serial No.: 10/803,066

Group Art Unit: TBA

Examiner: TBA

Filed: March 16, 2004

For: PROJECTION OPTICAL SYSTEM

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/1 document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: June 3, 2004

By:


Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5342

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HATAKEYAMA, et al.

Serial No.: 10/803,066

Group Art Unit: TBA

Examiner: TBA

Filed: March 16, 2004

For: PROJECTION OPTICAL SYSTEM

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan

In the name of: Canon Kabushiki Kaisha

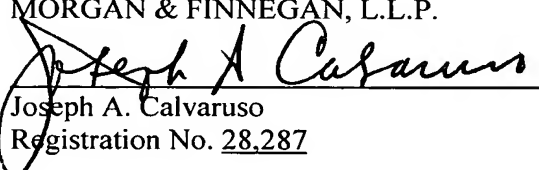
Serial No(s): 2003-074658

Filing Date(s): March 18, 2003

☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.

☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application
Serial No. _____, filed _____.

Dated: June 2, 2004

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
By: 
Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

CFV 00155
US



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 8 日
Date of Application:

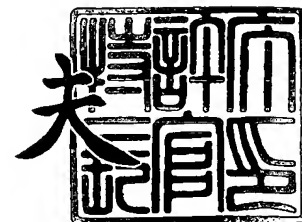
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 4 6 5 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 7 4 6 5 8]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 4 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 7 8 1 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 253946

【提出日】 平成15年 3月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/13

【発明の名称】 投射光学系

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 畠山 弘至

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 須永 敏弘

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100067541

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岸田 正行

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104628

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 水本 敦也

【選任した代理人】

【識別番号】 100108361

【弁理士】

【氏名又は名称】 小花 弘路

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044716

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の光学素子を有し、画像形成素子からの光を被投影面に投影する投影光学系であって、

前記被投影面とは異なる所定面上に前記画像を結像する性能を有する第 1 光学ブロックを有しており、

前記複数の光学素子のうち少なくとも 1 つの光学素子を、実質的に前記第 1 光学ブロックの射出瞳位置の中心を回転中心にして回転させることによって、前記投影光学系により投射される前記画像形成素子の像を移動させる及び／又は傾けることが可能であることを特徴とする投影光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、投射光学系に関し、特に液晶や、デジタルマイクロミラーデバイスに代表される画像形成素子を用いた投射光学系及びその投射光学系を有する光学機器、特に投射型画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

プロジェクションに用いられる投射光学系において、観察者の視界を妨げることなく画像投射を行うためにスクリーンに対して斜めに投射が可能な投射（投射）光学系の提案がなされている。また、スクリーンに対して斜めに画像を投射することで、投射画像にいわゆる台形歪みが生じるので、この台形歪みを補正する提案もなされている。下記特許文献 1 にて提案されている投射光学系は、共軸回転対称 $f-\theta$ レンズの応用であり、絞りを中心に群を回転偏心させることにより像の台形歪みがない状態で、像面を回転させるものである。また、下記特許文献 2 にて提案の投射光学系では、偏心非球面を用いて固定の投射角度で台形歪みを補正している。

【0003】

一方、非共軸光学系において、下記特許文献3にその設計法や焦点距離等の近軸量の計算方法が、特許文献4、特許文献5および特許文献6にその設計例が示されるように、基準軸という概念を導入し、構成面を非対称非球面にすることで、十分収差が補正された光学系が構築可能であることが明らかになってきた。

【0004】

こうした非共軸光学系はOff-Axial光学系(像中心と瞳中心を通る光線に沿った基準軸を考えた時、構成面の基準軸との交点における面法線が基準軸上にない曲面(Off-Axial曲面)を含む光学系として定義される光学系で、基準軸は折れ曲がった形状となる)と呼ばれる。

【0005】

このOff-Axial光学系は、構成面が一般には非共軸となり、反射面でもケラレが生じることがないため、反射面を使った光学系の構築がしやすい。また、光学系内で中間像を形成することにより、広画角でありながらコンパクトな光学系を構成している。さらに、前絞りの光学系でありながら、光路の引き回しが比較的自由に行えるためにコンパクトな光学系が構成できる。

【0006】

これらの特徴を生かして、下記特許文献7および特許文献8には、曲率を有する回転非対称反射面を用いて固定の投射角度で台形歪みを補正した投射光学系が提案されている。

【0007】

【特許文献1】

特開平09-304733号公報

【特許文献2】

特開平10-282451号公報

【特許文献3】

特開平09-005650号公報

【特許文献4】

特開平08-292371号公報

【特許文献5】

特開平 08-292372 号公報

【特許文献 6】

特開平 09-222561 号公報

【特許文献 7】

特開 2001-255462 号公報

【特許文献 8】

特開 2000-089227 号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献 1 にて提案の投射光学系は、共軸回転対称 $f-\theta$ 光学系を組み合わせたものであるが、画角が狭いので、通常のプロジェクタ等には適用が困難である。また、通常のレンズでは光軸から画角が大きくなるに従って光量が落ちてくるため、広画角のレンズ系を使用すればするほど像面上の明るさに差が出てしまう。このため、特許文献 1 にて提案の投射光学系は、広画角かつ明るい像面が必要とされるプロジェクタには不向きである。

【0009】

また、特許文献 2 にて提案の投射光学系は、偏心非球面により台形歪みを補正するものであるが、ある固定の投射角度でのみ台形歪み補正が可能な投射光学系であるので、投射装置の設置位置の自由度が損なわれている。さらに、画面のシフト量が小さく、液晶パネルに対してテレセントリックでない点からもプロジェクタには不向きである。

【0010】

また、特許文献 3 および 4 にて提案の投射光学系は、曲率を有する回転非対称反射面を用いて広画角の台形歪み補正を実現しているが、ある固定の投射角度でのみ台形歪み補正が可能な投射光学系であるので、これも投射装置の設置位置の自由度が損なわれている。

【0011】

本発明は、仕様範囲内の任意の像位置において歪みのない像を得る投射角が可変な投射光学系およびそれを有する投射型表示装置を提案することを目的とする

【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段】

本発明の投射光学系は、本発明の投射光学系は、少なくとも 1 つの反射面を含む複数の光学素子を有し、物体面からの光を被投影面に投影する投影光学系であって、第 1 光学ブロックを有し、前記複数の光学素子のうち少なくとも 1 つの光学素子を、実質的に前記第 1 光学ブロックの射出瞳位置で前記第 1 光学ブロックの光軸上の点を中心にして回転させることによって、前記投影光学系による前記物体面の像を移動させる及び／又は傾けることが可能としている。

【0 0 1 3】

【発明の実施の形態】

実施形態の説明に入る前に、各実施形態における構成諸元の表し方及び実施形態全体の共通事項について説明する。図 5 2 は各実施形態の光学系の構成データを定義する座標系の説明図である。各実施形態では物体側から像面に進む 1 つの光線（図 5 2 中の一点鎖線で示すもので基準軸光線と呼ぶ）に沿って i 番目の面を第 i 面とする。

【0 0 1 4】

図 5 2 において第 1 面 R1 は屈折面、第 2 面 R2 は第 1 面 R1 に対してチルトした反射面、第 3 面 R3、第 4 面 R4 は各々の前面に対してシフト、チルトした反射面、第 5 面 R5 は第 4 面 R4 に対してシフト、チルトした屈折面である。第 1 面 R1 から第 5 面 R5 までの各々の面はガラス、プラスチック等の媒質で構成される一つの光学素子上に構成されており、図 5 2 中では第 1 の光学素子 B としている。

【0 0 1 5】

従って、図 5 2 の構成では不図示の物体面から第 1 面 R1 までの媒質は空気、第 1 面 R1 から第 5 面 R5 まではある共通の媒質、第 5 面 R5 から不図示の第 6 面 R6 までの媒質は空気で構成している。

【0 0 1 6】

各実施形態の光学系は Off-Axial 光学系であるため、光学系を構成する各面は共通の光軸を持っていない。そこで、各実施形態においてはまず第 1 面の中心を

原点とする絶対座標系を設定する。

【0017】

そして、各実施形態においては、第1面の中心点を原点とすると共に、原点と最終結像面の中心とを通る光線（基準軸光線）の経路を光学系の基準軸と定義している。さらに、各実施形態中の基準軸は方向（向き）を持っている。その方向は基準軸光線が結像に際して進行する方向である。

【0018】

各実施形態においては、光学系の基準となる基準軸を上記の様に設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面形状を表現する上で都合の良い軸を採用すればよい。しかし、一般的には像面の中心と、絞り又は入射瞳又は射出瞳又は光学系の第1面の中心若しくは最終面の中心のいずれかを通る光線の経路を光学系の基準となる基準軸に設定する。

【0019】

つまり、各実施形態においては、基準軸は第1面の中心点を通り、最終結像面の中心へ至る光線（基準軸光線）が各屈折面及び反射面によって屈折・反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は基準軸光線が屈折・反射を受ける順番に設定している。

【0020】

従って、基準軸は設定された各面の順番に沿って屈折若しくは反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。また、各実施形態において物体面側、画像表示パネル面側、及び所定像面側、像面側、スクリーン側等とは、基準軸の方向に対してどちら側であるかを意味している。

【0021】

各実施形態における光学系の絶対座標系の各軸を以下のように定める。

【0022】

Z軸：原点と物体面中心を通る直線。物体面から第1面R1に向かう方向を正とする

Y軸：原点を通り右手座標系の定義に従ってZ軸に対して反時計回りに90°を

なす直線

X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な直線

また、光学系を構成する第 i 面の面形状及びチルト角を表すには、絶対座標系にてその面の形状及びチルト角を表記するより、基準軸と第 i 面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表し、基準軸とローカル座標系の成す角でチルト角を表した方が形状を認識する上で理解し易いため、第 i 面の面形状を以下のローカル座標系で表す。このためにまず基準軸上の任意の点に対して以下の基準軸上座標系を設定する。

【0 0 2 3】

zb軸：基準軸上の任意の点を通り、基準軸の方向を正とする。基準軸の偏向点においては入射方向を正とする

yb軸：基準軸上の任意の点を通り、右手座標系の定義に従ってzb軸に対して反時計回りに 90° をなす直線であり、絶対座標系の原点で絶対座標系のY軸と一致し、以降、zb軸に対する回転はないものとする

xb軸：基準軸上の任意の点を通り、zb、yb各軸に垂直な直線。

【0 0 2 4】

次にローカル座標系を設定する。

【0 0 2 5】

z 軸：ローカル座標の原点を通る面法線

y 軸：ローカル座標の原点を通り、右手座標系の定義に従ってz方向に対し反時計方向に 90° をなす直線

x 軸：ローカル座標の原点を通り、ybz面に対し垂直な直線

従って、各実施形態（数値実施例）において、第 i 面のybz面内でのチルト角はローカル座標系のz軸が基準軸上座標系のzb 軸に対して鋭角に反時計回り方向を正とした角度 $\theta_{xb, i}$ （単位 $^\circ$ ）、第 i 面のxbz面内でのチルト角は基準軸上座標系のzb 軸に対して反時計回り方向を正とした角度 $\theta_{yb, i}$ （単位 $^\circ$ ）、第 i 面のxby面内でのチルト角は絶対座標系のyb軸に対して反時計回り方向を正とした角度 $\theta_{zb, i}$ （単位 $^\circ$ ）で表す。ただし、通常、 $\theta_{zb, i}$ は面の回転に相当するもので各実施形態においては存在しない。図 5 3 はこれらの絶対座標系、基準軸

上座標系、ローカル座標系の相互関係を表している。

【0026】

また、各実施形態（数値実施例）において、 D_i は第 i 面と第 $(i+1)$ 面とのローカル座標の原点間の間隔を表すスカラー量、 N_{di} 、 ν_{di} は第 i 面と第 $(i+1)$ 面間の媒質の屈折率とアッペ数である。

【0027】

ここで、球面は以下の式で表される形状である：

【0028】

【数1】

$$z = \frac{(x^2 + y^2)/R_i}{1 + \left\{1 - (x^2 + y^2)/R_i^2\right\}^{1/2}}$$

【0029】

また、各実施形態の光学系は少なくとも回転非対称な非球面を一面以上有し、その形状は以下の式により表す：

$$z = C02y^2 + C20x^2 + C03y^3 + C21x^2y + C04y^4 + C22x^2y^2 + C40x^4 \\ + C05y^5 + C23x^2y^3 + C41x^4y + C06y^6 + C24x^2y^4 + C42x^4y^2 + C60x^6$$

上記曲面式は x に関して偶数次の項のみであるため、上記曲面式により規定される曲面は yz 面を対称面とする面对称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合は xz 面に対して対称な形状を表す。

【0030】

$$C03 = C21 = C05 = C23 = C41 = t = 0$$

さらに、

$$C02 = C20 \quad C04 = C40 = C22/2 \quad C06 = C60 = C24/3 = C42/3$$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は非回転対称な形状である。

【0031】

次に、本発明の請求項に示す通り、像面を移動させる若しくは傾けるための光学系の投射角について定義する。図54はスクリーンと像面との位置関係を表している。Pは各実施形態の投射光学系及び投射型画像表示装置であり、Sは実際に画像表示が行われる像面であり、Eは像面Sが良好な結像性能を保ったまま移動可能な領域であり、これを投射有効領域と呼ぶ。また、投射有効領域E内での像面Sの位置を、本光学系の射出瞳SSaの中心から像面Sの中心に到達する基準軸のx及びy成分とスクリーン面の法線との成す角度で表し、投射角 θ_x , θ_y とする。

【0032】

各実施形態の投射型画像表示装置において、良好な光学性能を保ったまま投射角可変を実現するための基本的な原理を、図50を用いて説明する。

【0033】

図50において、詳細は図示しないが、LLは液晶、反射型ドットマトリックス液晶、デジタルマイクロミラーデバイス等を用いたライトバルブ（画像表示パネル：画像形成素子）およびライトバルブに光を照明する照明系を含む画素う表示パネル系である。Cは結像性能を有する光学ブロックであり、Gのガルバノミラー（回転ミラー）により反射された後、光学ブロックCの絞りSSにある射出瞳EXPを曲率中心とする球面B1上に結像する。但し、当然ながら、光学ブロックCは球面B1上に結像する能力を有していればよいので、共軸回転対称の光学ブロックであっても曲率を持つ反射面を構成要素として含む光学ブロックであっても構わない。また、光学ブロックCの絞りが射出瞳EXPと必ずしも一致している必要はなく、この場合、ガルバノミラーGは射出瞳EXPの位置に配置される。

【0034】

また、光学ブロックC（第1光学ブロック）が像を結ぶ面は必ずしも球面でなくとも良く、焦点深度が許す範囲内で球面から誤差が発生していても構わない。ただ、好ましくは、ライトバルブLLに対して凹の曲面上に結像するような性能を有していることが好ましい。

【0035】

このとき、ガルバノミラーGを紙面上で回転させると、球面B1上の像は光学性

能を保ったままA1及びC1に移動する、すなわちE'上を連続的に移動することになる。

【0036】

次に、図50に示すように、曲率を持つ反射面を構成要素として含む光学ブロックRをガルバノミラーGの先に配置することで光学ブロックCの像を光学ブロックRに導光する。このとき、光学ブロックRは球面上の像E'をスクリーンEに良好な光学性能で結像するよう設計されている。

【0037】

さらに、曲率を持つ反射面を構成要素として含む光学ブロックRを用いることで、Off-Axial光学系の特性により、スクリーンEに対して斜めに投射することが可能である。

【0038】

従って、画像表示パネル系LLの像は光学ブロックC、ガルバノミラーG、光学ブロックRを介した後、スクリーンE上のB2に表示されることになる。ここで前記したようにガルバノミラーGを回転させることでE'上のA1、B1、C1の像は、それぞれ、スクリーンE上のA2、B2、C2に結像する。このため、本実施形態の投射光学系は、光学ブロックRが良好な光学性能を保證する範囲E内で任意の投射角で画像表示することが可能である。但し、パネル側の光学ブロックCの射出瞳EXPを中心に回転する部材はガルバノミラーGに限るものではなく、光学ブロックC及び画像表示パネル系LLを一体として回転させてもよいし、また像側の光学ブロックRを回転させてもよい。これらは各部材の相対的な回転であるので前記した光学ブロックを含むどの部材を回転させても光学的に等価である。

【0039】

さらに、E'上の像B1は必ずしも球面上に結像していなくてもよい。すなわち、E'が球面を形成している必要はない。言い換えると、前記した原理から分かるように、投射角を可変にするためにはパネル側の光学ブロックCの像B1がE'上を良好な光学性能を保ったまま連続的に移動することが必要であり、それを理想的に実現するものはE'を球面とすることである。しかしながら、実際には、焦点深度やディストーション等の光学性能の許容量には幅があるので、この許容量に収

まる場合には、このE'はどのような面形状でもよく、必ずしも球面である必要はない。

【0040】

さらに、パネル側の光学ブロックCの結像に関して説明すると、本実施形態の投射光学系PがスクリーンE上で2次元的に像面Sを可変とする際には、各アジムス方向で全画角の収差の発生がそれぞれ一様であれば十分に補正されている必要はない。これは、全画角の収差の発生が一様であれば、像面側の曲率を持つ反射面を構成要素として含む光学ブロックRによって補正が可能であるからである。

また、スクリーンE上で1次元的に唯一方向にのみ像面Sを可変とする際には、可変方向でのみ全画角の収差の発生が一様であれば、非可変方向の結像性能が良好である必要はない。これも、像面側の曲率を持つ反射面を構成要素として含む光学ブロックRによって補正が可能だからである。

【0041】

また、前記した原理は紙面上のみの説明であったが、これは3次元空間においても同様である。但し、パネル側の光学ブロックCの射出瞳を中心に回転する部材がガルバノミラーのみであり、スクリーンE上で像を2次元的に移動させる際には、水平方向の回転を担うものと垂直方向の回転を担うものの計2枚のガルバノミラーG1、G2を用いると容易に実施することができる。

【0042】

これは、図50において、ガルバノミラーGを紙面に対して垂直な方向に回転させると、画像表示パネル系LL中の画像表示パネルとガルバノミラーGがねじれの位置関係になるために、スクリーンE上において基準軸光線は所望の位置に結像されるものの、像面SがスクリーンE上で回転してしまうためである。しかしながら、複数のガルバノミラーG1、G2をパネル側の光学ブロックCの射出瞳EXPに配置することは物理的に不可能であるため、ガルバノミラーG1、G2は厳密に射出瞳EXPに配置しなくても、E'上の像が前記したように光学性能の許容量の範囲内であれば、射出瞳EXPの近傍で互いに干渉しない程度にずらして配置することができる。本発明の各実施形態においても、複数のガルバノミラーを用いる際には、2枚のガルバノミラーを比較して回転角の大きい方を射出瞳EXPに配置し、もう

一方を干渉しない程度ずれた位置に配置した。

【0 0 4 3】

また、この様にスクリーンE上で像を2次元的に移動させるためには、当然ながら、パネル側の光学ブロックCの射出瞳EXPに配置された1枚のガルバノミラーでも実施可能である。これは、前記したスクリーンE上での像Sの回転を防ぐためにパネルを像Sの回転が相殺される様に回転する等の解決手段が考えられるからである。

【0 0 4 4】

(実施形態1)

図1は本発明の実施形態1である投射光学系の鳥瞰図である。また、図2は図1においてガルバノミラーGにより折り曲げられた基準軸を展開した図である。図1において詳細は図示しないが、LLは液晶を用いたライトバルブ（画像表示パネル：画像形成素子）及び3板式のライトバルブに対応して光合成を行うダイクロック光学素子及びライトバルブに光を照明する照明系を含む画像表示パネル系である。照明系はランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から成り立っている。

【0 0 4 5】

なお、ライトバルブは駆動回路DCに接続されており、この駆動回路DCには、コンピュータ、DVD、ビデオ、テレビ等の画像情報供給装置ISAから画像情報が供給される。駆動回路DCは供給された画像情報に応じてライトバルブを駆動し、ライトバルブに原画を形成させる。これにより、画像形成システムが構成される（他の実施形態でも同様である）。

【0 0 4 6】

回転対称共軸レンズC、ガルバノミラーG及びOff-Axial反射面を含む反射光学系Rは、ライトバルブで光変調された光を図2のスクリーンE（投射有効領域）に導光し、スクリーンE面上に画像Sを形成するためのOff-Axial系を利用した投射光学系である。また、スクリーンEの大きさは 1300×3020 mm、像面Sの大きさは縦横比3：4の60インチ（ 914.4×1219.2 mm）であり、スクリーンEの法線と基準軸の成す角度で表される補正投射角度範囲は、 θ_x ：-

$30.96^{\circ} \sim 30.96^{\circ}$ 、 $\theta_y: 16.96^{\circ} \sim 29.33^{\circ}$ である。図 3 は、図 1 及び図 2 の投射光学ブロック C、G、R と画像表示パネル系 LL の拡大図である。

【0047】

図 3 (a) において、LV は液晶を用いたライトバルブ (画像表示パネル) であり、L はライトバルブ LV に光を照明する照明系である。LV の大きさは 10.668×14.224 mm である。D は、3 板式のライトバルブに対応したダイクロイック光学素子であるが、図 3 では省略して単板のみの光路図を示す。C は C1 ~ C14 の共軸回転対称球面からなる屈折光学ブロックであり、G1 は絞り SS の位置に設置されたガルバノミラーである。G2 は絞り SS の近傍にガルバノミラー G1 と干渉しない間隔を設けて設置したガルバノミラーであり、R1 ~ R4 は Off-Axial 反射面からなる反射型光学系である。

【0048】

図 3 (b) は、図 1、図 2 及び図 3 (a) の光学ブロック C が前記のスクリーン E' 上に像 B1 を結像している様子を示している。射出瞳 EXP (絞り SS) からスクリーン E' までの距離は 1000 mm であり、像 B1 は射出瞳 EXP を曲率中心とする球面上に結像している。以下の実施形態 2 ~ 5 においても、パネル側の光学ブロックの結像の様子は、各実施形態により必要とされる結像条件が多少異なるが、原理的には同様である。

【0049】

図 4 は本実施形態の投射光学系 P の特徴である、スクリーン E 上での像面 S の位置を移動若しくは傾けることが可能であることを表している。S1 ~ S4 はガルバノミラー G1 及び G2 を回転させることでスクリーン E 上を連続的に移動する像面 S の代表的な位置を表している。

以下、本実施例に用いられる反射光学系の構成データを示す。

【0050】

物体側数値開口 0.25

可変投射角度範囲 $\theta_x: -30.96^{\circ} \sim 30.96^{\circ}$ $\theta_y: 16.96^{\circ} \sim 29.33^{\circ}$

| 面 | X_i | Y_i | Z_i | D_i | $\theta_{xb,i}$ | $\theta_{yb,i}$ | N_{di} | ν_{di} |
|---|-------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|----------|------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.00 | 0.00 | 0.00 | 1.755199 | 27.51 透過面 |

| | | | | | | | | | |
|----|---------|--------|--------|---------|--------|-------|------------|-------|-----|
| 2 | 0.00 | 0.00 | 44.00 | 11.92 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 55.92 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 1.618000 | 63.33 | 透過面 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 65.92 | 1.26 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 67.18 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 1.740769 | 27.79 | 透過面 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 77.18 | 16.57 | 0.00 | 0.00 | 1.618000 | 63.33 | 透過面 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 93.75 | 3.85 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 8 | 0.00 | 0.00 | 97.61 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 1.620041 | 36.26 | 透過面 |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 107.61 | 11.61 | 0.00 | 0.00 | 1.622992 | 58.16 | 透過面 |
| 10 | 0.00 | 0.00 | 119.22 | 3.11 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 11 | 0.00 | 0.00 | 122.33 | 7.92 | 0.00 | 0.00 | 1.581439 | 40.75 | 透過面 |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 130.25 | 26.52 | 0.00 | 0.00 | 1.755199 | 27.51 | 透過面 |
| 13 | 0.00 | 0.00 | 156.77 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 156.87 | 22.29 | 0.00 | 0.00 | 1.618000 | 63.33 | 透過面 |
| 15 | 0.00 | 0.00 | 179.16 | 2.40 | 0.00 | 0.00 | 1.639799 | 34.46 | 透過面 |
| 16 | 0.00 | 0.00 | 181.56 | 45.00 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 226.56 | 69.00 | 0.00 | 45.00 | 絞り・ガルバノミラー | | |
| 18 | 69.00 | 0.00 | 226.56 | 150.00 | 53.79 | 0.00 | ガルバノミラー | | |
| 19 | 114.30 | 142.99 | 226.56 | 109.00 | 31.64 | 0.00 | | | 反射面 |
| 20 | 6.69 | 125.68 | 226.56 | 99.00 | -23.00 | 0.00 | | | 反射面 |
| 21 | 63.27 | 206.91 | 226.56 | 205.00 | 29.00 | 0.00 | | | 反射面 |
| 22 | -141.47 | 217.14 | 226.56 | 1819.16 | -13.14 | 0.00 | | | 反射面 |
| 23 | 1527.82 | 940.50 | 226.56 | | 23.42 | 0.00 | | | 像面 |

球面曲率半径

| | |
|---------|---------|
| 1面(D1面) | 平面 |
| 2面(D2面) | 平面 |
| 3面(C1面) | -45.579 |
| 4面(C2面) | -36.382 |
| 5面(C3面) | 116.297 |
| 6面(C4面) | 32.179 |

| | |
|-----------|---------|
| 7面(C5面) | -78.222 |
| 8面(C6面) | -41.377 |
| 9面(C7面) | 38.113 |
| 10面(C8面) | 79.760 |
| 11面(C9面) | 143.753 |
| 12面(C10面) | 63.597 |
| 13面(C11面) | -65.092 |
| 14面(C12面) | 60.688 |
| 15面(C13面) | -62.650 |
| 16面(C14面) | 46.288 |
| 17面(G1面) | 平面 |
| 18面(G2面) | 平面 |

非球面形状

| | |
|-----------|---|
| 19面(R1面) | C02=-3.34627e-004 C20=-4.61252e-004 |
| | C03= 2.23745e-006 C21= 2.76715e-006 |
| | C04= 6.70885e-009 C22= 1.73598e-008 C40= 7.10187e-009 |
| | C05= 5.79161e-011 C23= 1.61542e-010 C41= 1.41955e-010 |
| | C06=-8.84837e-013 C24= 1.36684e-012 C42= 5.95360e-013 |
| | C60=-5.85308e-013 |
| | C07=-2.28937e-014 C25=-8.11508e-015 C43=-3.20820e-014 |
| | C61=-1.53876e-014 |
| | C08=-2.31906e-016 C26=-5.52636e-017 C44=-6.69636e-016 |
| | C62=-3.05739e-016 |
| | C80= 3.53649e-018 |
| 20面(R 2面) | C02= 6.23351e-004 C20= 6.20891e-004 |
| | C03= 5.94521e-006 C21= 6.09989e-006 |
| | C04=-1.08502e-008 C22= 9.06585e-010 C40= 5.49583e-009 |
| | C05=-2.51601e-011 C23=-2.10187e-010 C41=-3.05184e-011 |
| | C06=-2.65374e-012 C24= 1.96467e-012 C42=-5.95440e-013 |

C60=-9.54950e-013

C07= 4.72288e-015 C25= 1.45278e-014 C43= 8.37905e-015

C61=-1.48399e-015

C08=-3.80650e-016 C26= 3.75782e-016 C44=-7.45419e-016

C62=-1.28335e-016

C80=-1.22431e-017

21面(R 3面) C02= 2.15389e-003 C20= 2.13068e-003

C03= 3.76710e-006 C21= 1.33732e-006

C04=-2.81173e-008 C22=-4.26703e-008 C40=-1.89475e-008

C05=-8.09417e-010 C23=-2.91023e-009 C41=-1.61773e-009

C06=-1.46650e-011 C24=-1.78656e-011 C42=-2.55800e-011

C60=-1.25734e-011

C07=-4.15287e-013 C25= 3.10824e-013 C43= 1.96887e-013

C61= 1.14163e-013

C08=-1.15460e-014 C26= 8.27649e-015 C44= 7.90915e-016

C62= 1.92887e-015

C80= 5.66114e-016

22面(R 4面) C02= 1.97749e-003 C20= 2.24885e-003

C03=-6.73980e-007 C21=-9.41737e-007

C04= 6.60684e-009 C22= 1.41999e-008 C40= 6.95582e-009

C05=-6.99603e-012 C23=-8.35864e-012 C41=-9.10228e-012

C06= 8.97555e-015 C24=-1.05530e-013 C42=-3.16960e-014

C60= 2.27547e-014

C07=-1.80495e-016 C25= 2.86454e-016 C43=-4.23080e-016

C61=-9.96799e-017

C08=-2.29867e-018 C26= 1.00632e-017 C44= 1.15352e-017

C62= 6.55540e-018

C80= 1.58467e-018

回転部材

17面(G 1面) $\theta_{y,i} \pm 3.6666^\circ$

回転中心 $(X_i, Y_i, Z_i) = (0.00 \ 0.00 \ 226.56)$ (図 3 のEXP)

18面(G 2面) $\theta_{x,i} \pm 0.850045^\circ$

回転中心 $(X_i, Y_i, Z_i) = (114.30 \ 142.99 \ 226.56)$

【0 0 5 1】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。Lの光源から発生した光は、ライトバルブLVを照明し、ライトバルブLVに形成された像が反射光学系Rを含む投射光学系で拡大投射されスクリーンEに映し出される。

【0 0 5 2】

本実施形態の投射光学系は、スクリーンE上で像面を移動若しくは傾けることが可能であることを特徴としているが、図 4 で示した像面位置S1～S4での横収差を評価するための各像面上の評価位置を図 4 2 に示す。

【0 0 5 3】

本実施形態の投射光学系における各像面位置S1～S4でのディストーションの様子を図 5 に、各像面位置S1～S4における (1) ～ (5) (図では丸囲み数字で示す。以下、同様) の評価位置 (図 5 5 参照) での横収差図を図 6 ～ 9 に示す。図 5 から分かるように、本実施形態では、大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。

【0 0 5 4】

図 6 ～ 9 の横収差図の軸の定義は、横軸を瞳面上でのx或いはy軸とし、縦軸はスクリーンE上での収差量を意味している。これらの図より、各像面位置S1～S4でそれぞれ良好に結像していることが分かる。

【0 0 5 5】

本実施形態では、前述したように、パネル側の光学ブロックCが球面状に光を結像させる結像性能を有している。光学ブロックCのディストーションの様子を図 1 0 に、(1) ～ (5) の評価位置での横収差図を図 1 1 に示す。図 1 0 から分かるように、大きなディストーションはない。また、図 1 1 から分かるように、良好に結像している。なお、パネル側の光学ブロックCの焦点距離は82.7432mmである。

【 0 0 5 6 】

(実施形態 2)

図 1 2 は、本発明の実施形態 2 である投射光学系のガルバノミラー G により折り曲げられた基準軸を展開した図である。図 1 2 において、詳細は図示しないが、LL は液晶を用いたライトバルブ（画像表示パネル）、3 板式のライトバルブに対応して光合成を行うダイクロイック光学素子及びライトバルブに光を照明する照明系からなる画像表示パネル系である。照明系はランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から成り立っている。また、Ra は絞り SS よりもパネル側の光学系であり、Rb は絞り SS よりもスクリーン側の光学系であり、図 1 3 に拡大図を示す。

【 0 0 5 7 】

Off-Axial 反射面 Ra、Rb 及びガルバノミラー G はライトバルブ LV で光変調された光を図 1 2 のスクリーン E（投射有効領域）に導光し、スクリーン E 面上に画像 S を形成するための Off-Axial 系を利用した投射光学系である。

【 0 0 5 8 】

スクリーン E の大きさは 1300×3020 mm、像面 S の大きさは縦横比 3 : 4 の 60 インチ（ 914.4×1219.2 mm）であり、スクリーン E の法線と基準軸の成す角度で表される補正投射角度範囲は、 $\theta_x: -30.96^\circ \sim 30.96^\circ$ 、 $\theta_y: 16.96^\circ \sim 29.33^\circ$ である。

【 0 0 5 9 】

図 1 3 において、LV は液晶を用いたライトバルブ（画像表示パネル）であり、L はライトバルブ LV に光を照明する照明系である。ライトバルブ LV の大きさは 10.668×14.224 mm である。照明系はランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から成り立っている。

【 0 0 6 0 】

Ra1 ~ Ra3 は Off-Axial 反射面からなる反射型光学系であり、G1 は絞り SS の位置に設置されたガルバノミラーであり、G2 は絞り SS の近傍に G1 と干渉しない間隔を設けて設置したガルバノミラーであり、Rb1 ~ Rb4 は Off-Axial 反射面からなる反射型光学系である。ライトバルブ LV と第 1 反射面 R1 の間には、不図示の 3 板式

のライトバルブに対応したダイクロイック光学素子が挿入されるが、図 1 3 では省略して単板のみの光路図を示す。

図 1 4 は本実施形態の投射光学系 P の特徴である、スクリーン E 上での像面 S の位置を移動若しくは傾けることが可能であることを表している。S1～S4 はガルバノミラー G1 及び G2 を回転させることでスクリーン E 上を連続的に移動する像面 S の代表的な位置を表している。

以下、本実施例に用いられる反射光学系の構成データを示す。

【 0 0 6 1 】

物体側数値開口 0.13

可変投射角度範囲 $\theta_x: -30.96^\circ \sim 30.96^\circ$ $\theta_y: 16.96^\circ \sim 29.33^\circ$

| 面 | X_i | Y_i | Z_i | D_i | $\theta_{x,i}$ | $\theta_{y,i}$ | |
|----|---------|----------|---------|---------|----------------|----------------|------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 102.32 | 21.00 | 0.00 | 反射面 |
| 2 | 0.00 | -36.67 | -95.53 | 125.00 | -34.62 | 0.00 | 反射面 |
| 3 | 0.00 | -129.91 | -12.27 | 150.00 | 19.80 | 0.00 | 反射面 |
| 4 | 0.00 | -107.40 | -160.57 | 152.85 | 0.00 | 45.00 | 絞り・ガルバノミラー |
| 5 | -150.00 | -110.21 | -160.99 | 151.28 | 45.03 | 0.00 | ガルバノミラー |
| 6 | -150.00 | -258.51 | -183.51 | 273.24 | -30.20 | 0.00 | 反射面 |
| 7 | -385.71 | -123.96 | -163.08 | 100.93 | 25.40 | 0.00 | 反射面 |
| 8 | -368.25 | -221.90 | -177.95 | 200.21 | -30.29 | 0.00 | 反射面 |
| 9 | -556.18 | -154.27 | -167.68 | 1819.23 | 13.56 | 0.00 | 反射面 |
| 10 | 684.92 | -1470.00 | -367.37 | | 23.42 | 0.00 | 像面 |

非球面形状

1面(Ra1面) C02=-1.03240e-003 C20=-1.45854e-003
 C03=-2.14774e-006 C21=-3.05918e-006
 C04=-1.64324e-008 C22= 1.44519e-008 C40= 2.11600e-008
 C05=-1.71110e-010 C23= 2.31416e-010 C41= 2.29026e-010
 C06= 1.87531e-012 C24=-9.91888e-013 C42= 4.29442e-012
 C60= 6.64142e-013

2面(Ra2面) C02=-1.42318e-003 C20=-2.33908e-003

C03=-4.48265e-006 C21=-8.57822e-006
C04=-3.45545e-008 C22= 1.42283e-008 C40= 7.84260e-008
C05=-3.33993e-010 C23= 2.40677e-010 C41= 7.65170e-010
C06=-4.96946e-013 C24= 7.54609e-013 C42= 1.01548e-011
C60= 2.30734e-013

3面(Ra3面) C02=-1.06763e-003 C20=-1.23805e-003
C03=-6.43467e-007 C21=-1.04293e-006
C04=-3.48111e-009 C22=-2.68222e-010 C40= 3.38307e-009
C05=-9.26305e-012 C23=-5.99924e-012 C41=-2.60159e-013
C06= 3.52181e-014 C24=-3.21958e-015 C42= 1.47839e-013
C60= 7.28860e-014

6面(Rb1面) C02= 4.06880e-004 C20= 4.85339e-004
C03=-3.78483e-007 C21=-8.56533e-007
C04=-1.68390e-009 C22=-3.69914e-010 C40= 5.74012e-009
C05=-8.74076e-013 C23= 4.72985e-012 C41= 1.14003e-011
C06= 9.40266e-015 C24= 5.14686e-014 C42=1.65459e-013
C60=-8.34469e-015

7面(Rb2面) C02=-3.90570e-004 C20=-2.55225e-004
C03=-3.13570e-006 C21=-4.38507e-006
C04= 5.15483e-009 C22= 4.27334e-008 C40= 9.15955e-008
C05= 1.44166e-010 C23= 1.66786e-010 C41=-2.39643e-010
C06=-8.58155e-013 C24=-7.38103e-013 C42= 5.55934e-012
C60= 6.46727e-012

8面(Rb3面) C02=-4.09554e-003 C20=-2.41353e-003
C03= 3.63446e-006 C21= 7.97128e-006
C04= 1.13785e-007 C22= 5.31203e-007 C40= 5.90295e-007
C05= 2.32366e-009 C23= 3.08228e-009 C41=-1.16106e-009
C06=-5.69240e-012 C24=-8.79701e-012 C42=-2.27620e-011
C60=-5.71763e-011

9面(Rb4面) C02=-3.20759e-003 C20=-4.28751e-003
C03= 4.15538e-006 C21= 7.37215e-006
C04=-1.59913e-008 C22=-2.47376e-008 C40=-5.80558e-009
C05=-2.37002e-011 C23=-5.75017e-011 C41=-2.40564e-011
C06=-3.64671e-013 C24=-1.11816e-012 C42=-1.89215e-012
C60=-1.14179e-012

回転部材

4面(G1面) $\theta_{y,i} \pm 0.90666$

回転中心 $(X_i, Y_i, Z_i) = (0.00 \quad -107.40 \quad -160.57)$ (図 1 3 . EXP)

5面(G2面) $\theta_{x,i} \pm 0.18492$

回転中心 $(X_i, Y_i, Z_i) = (-150.00 \quad -110.21 \quad -160.99)$

【 0 0 6 2 】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。Lの光源から発生した光は、ライトバルブLVを照明し、LVでの像が反射光学系Rを含む投射光学系で拡大投射されスクリーンに映し出される。

【 0 0 6 3 】

本発明の投射光学系はスクリーン上で像面を移動若しくは傾けることが可能であることを特徴としているが、図 1 4 で示した像面位置S1～S4での横収差を評価するための各像面上の評価位置を図 4 2 に示す。

【 0 0 6 4 】

本実施形態の投射光学系における各像面位置S1～S4でのディストーションの様子を図 1 5 に、各像面位置S1～S4における (1) ～ (5) の評価位置での横収差図を図 1 6 ～ 1 9 に示す。図 1 5 から分かるように、大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。図 1 6 ～ 1 9 の横収差図の軸の定義は、横軸を瞳面上でのx或いはy軸とし、縦軸はスクリーン上での収差量を意味している。これらの図より、各像面位置S1～S4でそれぞれ良好に結像していることが分かる。

【 0 0 6 5 】

また、本実施形態2では、前述したとおり、パネル側の光学ブロックRaは、各

アジムス方向で全画角の収差の発生がそれぞれ一様であり、像面側の光学ブロックRbによって補正を行っている。光学ブロックRaのディストーションの様子を図20に、図56に示す(1)～(10)の評価位置での横収差図を図21及び図22に示す。図20から分かるように、大きなディストーションはなく、図21および図22から分かるように、水平方向及び垂直方向の収差は互いに一致はしていないものの、各方向においては基準軸上と軸外で一様な収差を発生している。従って、前述した通り、像面側の光学ブロックRによってスクリーンE上で良好な像を得るように補正が可能となっている。

【0066】

なお、パネル側の光学ブロックCの焦点距離は362.307mmである。

【0067】

(実施形態3)

図23は本発明の実施形態3である投射光学系の構成を示している。図23において、Off-Axial反射面RはライトバルブLVで光変調された光をスクリーンE（投射有効領域）に導光し、スクリーンE面上に画像Sを形成するためのOff-Axial系を利用した投射光学系である。

図24は図23の投射光学系の拡大図である。図23において、LVは反射型ドットマトリックス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いたライトバルブ（画像表示パネル）であり、LはライトバルブLVに光を照明する照明系である。LVの大きさは12.192×16.256mmである。照明系はランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から成り立っている。R1～R8はOff-Axial反射面からなる反射型光学系である。

【0068】

また、スクリーンEの大きさは914.4×3020mm、像面Sの大きさは縦横比3：4の60インチ（914.4×1219.2mm）であり、スクリーンEの法線と基準軸の成す角度で表される補正投射角度範囲は、 θ_x ： $-30.96^\circ \sim 30.96^\circ$ 、 θ_y ： 23.43° である。

図25は本実施形態の投射光学系Pの特徴である、スクリーンE上での像面Sの位置を移動若しくは傾けることが可能であることを表している。像面SはR5～R8を

回転させることで連続的に移動することができる。

以下、本実施形態に用いられる反射光学系の構成データを示す。

【 0 0 6 9 】

入射瞳径 13mm

可変投射角度範囲 $\theta_x: -30.96^\circ \sim 30.96^\circ$ 、 $\theta_y: 23.43^\circ$

| 面 | Xi | Yi | Zi | Di | $\theta_{x,i}$ | |
|----|------|---------|---------|---------|----------------|-----|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 50.00 | 0.00 | 絞り |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 50.00 | 50.00 | 20.00 | 反射面 |
| 3 | 0.00 | -32.14 | 11.70 | 50.00 | -30.00 | 反射面 |
| 4 | 0.00 | -49.24 | 58.68 | 78.95 | 20.00 | 反射面 |
| 5 | 0.00 | -76.24 | -15.51 | 220.00 | -15.00 | 反射面 |
| 6 | 0.00 | -114.45 | 201.15 | 109.00 | 31.64 | 反射面 |
| 7 | 0.00 | -201.82 | 135.98 | 99.00 | -23.00 | 反射面 |
| 8 | 0.00 | -189.27 | 234.18 | 205.00 | 29.00 | 反射面 |
| 9 | 0.00 | -375.49 | 148.45 | 1819.28 | -13.14 | 反射面 |
| 10 | 0.00 | 769.22 | 1562.46 | | 23.43 | 像面 |

非球面形状

2面(R 1面) C02=-3.25998e-003 C20=-6.90086e-003
 C03= 1.41381e-005 C21=-1.95773e-005
 C04=-2.05742e-007 C22= 4.50838e-007 C40=-3.67778e-007
 C05= 1.18939e-009 C23= 6.33971e-009 C41=-1.83234e-009
 C06=-2.62309e-011 C24= 1.56107e-010 C42= 2.45239e-011
 C60=-4.12034e-011

3面(R 2面) C02= 4.95762e-004 C20= 3.41582e-003
 C03=-8.24393e-006 C21= 4.41156e-005
 C04= 2.18058e-008 C22=-1.91260e-006 C40=-3.76944e-006
 C05= 3.65888e-009 C23= 4.65171e-010 C41=-1.02006e-007
 C06= 1.18156e-010 C24=-1.28201e-011 C42= 6.41833e-009
 C60=-2.52792e-009

4面(R 3面) C02=-6.28009e-003 C20=-4.27970e-003
C03= 2.66468e-005 C21=-4.90068e-005
C04=-1.29824e-007 C22=-7.96476e-007 C40=-5.63879e-008
C05= 8.80497e-010 C23=-2.55320e-009 C41=-8.31151e-009
C06= 1.43667e-010 C24=-6.29776e-010 C42= 3.71567e-010
C60= 3.88043e-012

5面(R 4面) C02= 4.81418e-003 C20= 1.57392e-003
C03=-9.59877e-006 C21= 2.34354e-005
C04=-3.67975e-007 C22= 8.37738e-007 C40=-4.10206e-008
C05=-4.21037e-009 C23= 3.31306e-009 C41= 1.67042e-009
C06=-9.48563e-011 C24= 2.88014e-011 C42= 8.88942e-011
C60=-5.25553e-013

6面(R 5面) C02=-2.71798e-004 C20=-6.87849e-004
C03=-4.32341e-006 C21= 3.32927e-006
C04= 6.71967e-008 C22= 1.91790e-008 C40= 4.48290e-009
C05=-1.00900e-010 C23=-1.07249e-010 C41=-4.59171e-011
C06= 8.93194e-012 C24= 2.17778e-012 C42=-1.39463e-014
C60=5.29477e-014

7面(R 6面) C02= 6.10818e-004 C20= 3.78002e-004
C03= 1.45274e-006 C21= 1.02433e-005
C04= 8.94503e-008 C22=-2.15932e-009 C40=-4.01602e-009
C05= 8.94389e-011 C23=-8.24123e-010 C41=-4.06032e-010
C06=-1.03983e-012 C24= 2.25939e-012 C42= 3.04242e-012
C60= 3.61656e-013

8面(R 7面) C02= 1.76831e-003 C20= 2.61055e-003
C03= 1.54236e-005 C21= 1.70996e-005
C04= 7.60359e-008 C22=-1.46758e-007 C40=-7.12061e-008
C05=-4.71421e-010 C23=-5.50805e-010 C41=-2.50296e-009
C06=-7.87391e-011 C24= 3.23097e-011 C42=-1.86863e-011

$$C60=-6.46858e-012$$

$$9面(R 8面) \quad C02= 2.15655e-003 \quad C20= 2.60973e-003$$

$$C03=-1.89367e-006 \quad C21=-2.53014e-006$$

$$C04= 2.63036e-008 \quad C22= 2.28068e-008 \quad C40= 8.15850e-009$$

$$C05=-7.50451e-011 \quad C23=-7.34461e-011 \quad C41= 1.07527e-012$$

$$C06=-1.92884e-012 \quad C24= 3.20510e-013 \quad C42= 1.46855e-013$$

$$C60= 1.16684e-013$$

回転部材6～9面(R5～R8)

光学ブロック $\theta_{x,i} \pm 2.46156$

回転中心 $(X_i, Y_i, Z_i) = (0.00 \ -58.88 \ -113.99)$ (図 2 4 のEXP)

【 0 0 7 0 】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。Lの光源から発生した光は、ライトバルブLVを照明し、LVでの像が反射光学系Rを含む投射光学系で拡大投射されスクリーンEに映し出される。

【 0 0 7 1 】

本実施形態の投射光学系は、スクリーンE上で像面を移動若しくは傾けることが可能であることを特徴としている。図 2 5 で示した像面位置S1、S2での横収差を評価するための各像面上の評価位置を図 5 5 に示す。

【 0 0 7 2 】

本実施形態の投射光学系における各像面位置S1、S2でのディストーションの様子を図 2 6 に、各像面位置S1～S4における(1)～(5)の評価位置での横収差図を図 2 7 および図 2 8 に示す。図 2 6 から分かるように、大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。図 2 7 および図 2 8 の横収差図の軸の定義は、横軸を瞳面上でのx或いはy軸とし、縦軸はスクリーン上での収差量を意味している。これらの図より、各像面位置S1～S4でそれぞれ良好に結像していることが分かる。

【 0 0 7 3 】

また、本実施形態3では、スクリーンE上で像面Sが水平方向のみ移動可能であるので、前述したとおり、パネル側の光学ブロックR1～R4は、水平方向の収差

の纏りが良好であり、像面側の光学ブロックR5～R8によって補正を行っている。

【0074】

光学ブロックR1～R4のディストーションの様子を図29に、図55に示す(1)～(5)の評価位置での横収差図を図30に示す。図29から分かるように、大きなディストーションはなく、図30から分かるように、垂直方向の収差は補正されていないものの、水平方向の収差においては良好に補正されている。従って、前述した通り、像面側の光学ブロックR5～R8によってスクリーンE上で良好な像を得るように補正が可能となっている。

【0075】

なお、パネル側の光学ブロックCの焦点距離は97.0044mmである。

【0076】

(実施形態4)

図31は本発明の実施形態4である投射光学系の構成を示している。図31において、Off-Axial反射面RはライトバルブLVで光変調された光をスクリーンE(投射有効領域)に導光し、スクリーンE面上に画像Sを形成するためのOff-Axial系を利用した投射光学系である。

図32は図31の投射光学系の拡大図である。図32において、LVは反射型ドットマトリックス液晶やデジタルマイクロミラーデバイス等を用いたライトバルブ(画像表示パネル)であり、LはライトバルブLVに光を照明する照明系である。Lの大きさは10.668×14.224mmである。照明系はランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から成り立っている。R1～R8はOff-Axial反射面からなる反射型光学系である。

【0077】

また、スクリーンEの大きさは914.4×2438.4mm、像面Sの大きさは縦横比3:4の60インチ(914.4×1219.2mm)であり、スクリーンEの法線と基準軸の成す角度で表される補正投射角度範囲は、 θ_x : -22.12°～22.12°、 θ_y : 23.43°である。

図33は本実施形態の投射光学系Pの特徴である、スクリーンE上での像面Sの位

置を移動若しくは傾けることが可能であることを表している。像面SはR5～R8を回転させることで連続的に移動することができる。

以下、本実施形態にて用いられる反射光学系の構成データを示す。

【0078】

入射瞳径 13mm

可変投射角度範囲 θ_x : $-22.12^\circ \sim 22.12^\circ$ 、 θ_y : 23.43°

| 面 | Xi | Yi | Zi | Di | $\theta_{x,i}$ | |
|----|------|---------|---------|---------|----------------|-----|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 57.62 | 0.00 | 絞り |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 57.62 | 55.88 | 14.10 | 反射面 |
| 3 | 0.00 | -26.41 | 8.38 | 60.33 | -19.90 | 反射面 |
| 4 | 0.00 | -38.54 | 67.48 | 67.52 | 7.45 | 反射面 |
| 5 | 0.00 | -42.44 | 0.08 | 24.00 | -21.72 | 反射面 |
| 6 | 0.00 | -57.91 | 18.43 | 69.98 | 30.49 | 反射面 |
| 7 | 0.00 | -82.81 | -46.97 | 99.72 | -21.69 | 反射面 |
| 8 | 0.00 | -121.03 | 45.13 | 180.56 | 34.45 | 反射面 |
| 9 | 0.00 | -251.72 | -79.47 | 1819.28 | -10.76 | 反射面 |
| 10 | 0.00 | 512.89 | 1571.33 | | 23.43 | 像面 |

非球面形状

2面(R 1面) C02=-5.67352e-003 C20=-6.18067e-003

C03= 1.81500e-006 C21= 2.02973e-006

C04=-2.30946e-007 C22=-4.78406e-007 C40=-2.50224e-007

C05=-1.13478e-010 C23= 2.90876e-010 C41= 2.11069e-010

C06=-4.92788e-012 C24=-2.76967e-011 C42=-6.79110e-012

C60=-7.03353e-012

3面(R 2面) C02=-1.28852e-002 C20=-1.76953e-002

C03= 1.30884e-004 C21= 1.60909e-004

C04=-1.03604e-005 C22=-2.16544e-005 C40=-1.19191e-005

C05= 8.12163e-008 C23= 3.60597e-007 C41= 1.30476e-007

C06=-1.31063e-009 C24=-3.28922e-008 C42= 7.56681e-009

C60=-2.42765e-009

4面(R 3面) C02=-6.29389e-003 C20=-6.47218e-003
C03= 6.67987e-008 C21= 4.46386e-007
C04=-2.63167e-007 C22=-5.10874e-007 C40=-3.10274e-007
C05=-2.11146e-009 C23=-2.14865e-010 C41= 1.41925e-009
C06= 7.00858e-012 C24=-2.05288e-010 C42=-7.64844e-012
C60= 1.32474e-011

5面(R 4面) C02= 3.51643e-003 C20= 2.92520e-003
C03= 1.18039e-004 C21= 1.50201e-004
C04=-6.89874e-006 C22=-1.29296e-005 C40=-4.68096e-006
C05= 7.02866e-008 C23= 1.55597e-007 C41= 9.91682e-008
C06=-1.14045e-008 C24= 1.95700e-008 C42= 1.59223e-008
C60= 7.03234e-009

6面(R 5面) C02= 1.99546e-003 C20=1.02818e-003
C03= 2.17400e-005 C21= 1.60633e-005
C04=-7.88942e-007 C22= 6.72894e-007 C40= 3.44264e-008
C05=-7.99308e-008 C23= 5.40936e-008 C41= 7.26358e-008
C06=-6.30208e-009 C24= 5.84475e-009 C42= 1.46759e-009
C60= 3.27548e-010

7面(R 6面) C02= 3.07938e-003 C20= 2.56738e-003
C03= 3.82416e-006 C21= 3.85793e-006
C04= 1.30295e-008 C22= 5.67066e-008 C40= 3.66501e-008
C05=-1.41121e-009 C23= 1.05170e-009 C41= 5.85957e-010
C06=-5.79058e-011 C24= 3.18207e-011 C42= 2.68712e-012
C60= 5.23217e-013

8面(R 7面) C02= 4.10051e-003 C20= 1.93021e-003
C03=-7.82095e-006 C21=-2.77065e-006
C04=-1.16010e-008 C22=-3.09078e-007 C40= 2.28082e-008
C05=-1.11294e-008 C23= 2.56977e-009 C41= 6.68538e-010

C06=-1.03197e-009 C24= 1.64297e-010 C42= 2.03538e-011

C60= 2.61965e-015

9面(R 8面) C02= 1.89688e-003 C20= 1.99417e-003

C03=-2.78275e-007 C21=-8.98419e-007

C04= 1.72673e-008 C22= 1.76298e-008 C40= 5.85989e-009

C05=-1.05212e-011 C23=-4.09196e-011 C41=-1.27669e-011

C06=-5.63347e-013 C24= 1.90521e-013 C42= 1.18997e-013

C60= 6.95721e-014

回転部材6～9面(R5～R8)

光学ブロック $\theta_{x,i} \pm 8.85312$

回転中心 $(X_i, Y_i, Z_i) = (0.00 \ -48.24 \ 6.96)$ (図 3 2 のEXP)

【 0 0 7 9 】

次に、本実施形態における光学作用を説明する。Lの光源から発生した光は、ライトバルブLVを照明し、LVでの像が反射光学系Rを含む投射光学系で拡大投射されスクリーンEに映し出される。

【 0 0 8 0 】

本実施形態の投射光学系は、スクリーンE上で像面を移動若しくは傾けることが可能であることを特徴としている。図 3 3 で示した像面位置S1、S2での横収差を評価するための各像面上の評価位置を図 5 5 に示す。

【 0 0 8 1 】

本実施形態の投射光学系における各像面位置S1、S2でのディストーションの様子を図 3 4 に、各像面位置S1、S2における(1)～(5)の評価位置での横収差図を図 3 5 および図 3 6 に示す。図 3 4 から分かるように、大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。図 3 5 および図 3 6 の横収差図の軸の定義は、横軸を瞳面上でのx或いはy軸とし、縦軸はスクリーン上での収差量を意味している。これらの図より、各像面位置S1～S4でそれぞれ良好に結像していることが分かる。

【 0 0 8 2 】

また、本実施形態 4 では、スクリーンE上で像面Sが水平方向のみ移動可能であ

るので、前述したように、パネル側の光学ブロックR1～R4は、水平方向の収差の纏りが良好であり、像面側の光学ブロックR5～R8によって補正を行っている。光学ブロックR1～R4のディストーションの様子を図37に、図55に示す(1)～(5)の評価位置での横収差図を図38に示す。図37から分かるように、大きなディストーションはなく、図38から分かるように、垂直方向の収差は補正されていないものの、水平方向の収差においては良好に補正されている。従って、前述した通り、像面側の光学ブロックR5～R8によってスクリーンE上で良好な像を得るように補正が可能となっている。

【0083】

なお、パネル側の光学ブロックCの焦点距離は24.5256mmである。

【0084】

(実施形態5)

図39は本発明の実施形態5である投射光学系の鳥瞰図である。また、図40は図39においてガルバノミラーGにより折り曲げられた基準軸を展開した図である。図39において、詳細は図示しないが、LLは液晶を用いたライトバルブ(画像表示パネル)、3板式のライトバルブに対応して光合成を行うダイクロイック光学素子及びライトバルブに光を照明する照明系からなる画像表示パネル系である。

【0085】

照明系はランプ、コンデンサーレンズ、波長を選択するフィルター等から成り立っている。回転対称共軸レンズC、ガルバノミラーG及びOff-Axial反射面を含む反射光学系Rは、ライトバルブで光変調された光を図40に示すスクリーンE(投射有効領域)に導光し、スクリーンE面上に画像Sを形成するためのOff-Axial系を利用した投射光学系である。スクリーンEの大きさは1300×3020mm、像面Sの大きさは縦横比3:4の60インチ(914.4×1219.2mm)であり、スクリーンEの法線と基準軸の成す角度で表される補正投射角度範囲は、 $\theta_x: -30.96^\circ \sim 30.96^\circ$ 、 $\theta_y: 16.96^\circ \sim 29.33^\circ$ である。

【0086】

図41は、図39及び図40の投射光学ブロックC、G、Rと、画像表示パネル

系LLの拡大図である。

図 4 1 において、LVは液晶を用いたライトバルブ（画像表示パネル）であり、LはライトバルブLVに光を照明する照明系である。LVの大きさは10.668×14.224mmである。Dは3板式のライトバルブに対応したダイクロイック光学素子であるが、図 4 1 では省略して単板のみの光路図を示す。

CはC1～C14の共軸回転対称球面からなる屈折光学ブロックであり、G1は絞りSSの位置に設置されたガルバノミラーであり、G2は絞りSSの近傍にG1と干渉しない間隔を設けて設置したガルバノミラーであり、R1～R4はOff-Axial反射面からなる反射型光学系である。

図 4 2 は本実施形態の投射光学系Pの特徴である、スクリーンE上での像面Sの位置を移動若しくは傾けることが可能であることを表している。S1～S4はガルバノミラーG1及びG2を回転させることでスクリーンE上を連続的に移動する像面Sの代表的な位置を表している。

以下、本実施形態にて用いられる反射光学系の構成データを示す。

【0087】

物体側数値開口 0.25

可変投射角度範囲 水平±30.96° 垂直16.96°～29.33°

| 面 | Xi | Yi | Zi | Di | $\theta_{x,i}$ | $\theta_{y,i}$ | Ndi | ν_{di} | |
|----|------|------|--------|-------|----------------|----------------|----------|------------|-----|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.00 | 0.00 | 0.00 | 1.755199 | 27.51 | 透過面 |
| 2 | 0.00 | 0.00 | 44.00 | 44.40 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 3 | 0.00 | 0.00 | 88.40 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 1.618000 | 63.33 | 透過面 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 98.40 | 47.72 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 146.12 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 1.740769 | 27.79 | 透過面 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 156.12 | 26.99 | 0.00 | 0.00 | 1.618000 | 63.33 | 透過面 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 183.11 | 4.30 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 8 | 0.00 | 0.00 | 187.41 | 9.42 | 0.00 | 0.00 | 1.620041 | 36.26 | 透過面 |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 196.83 | 16.20 | 0.00 | 0.00 | 1.622992 | 58.16 | 透過面 |
| 10 | 0.00 | 0.00 | 213.03 | 4.29 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |

| | | | | | | | | | |
|----|---------|--------|--------|---------|--------|-------|----------|-------|------------|
| 11 | 0.00 | 0.00 | 217.32 | 7.49 | 0.00 | 0.00 | 1.581439 | 40.75 | 透過面 |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 224.81 | 38.39 | 0.00 | 0.00 | 1.755199 | 27.51 | 透過面 |
| 13 | 0.00 | 0.00 | 263.20 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 263.30 | 26.15 | 0.00 | 0.00 | 1.618000 | 63.33 | 透過面 |
| 15 | 0.00 | 0.00 | 289.44 | 4.20 | 0.00 | 0.00 | 1.639799 | 34.46 | 透過面 |
| 16 | 0.00 | 0.00 | 293.64 | 80.00 | 0.00 | 0.00 | | | 透過面 |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 373.64 | 249.74 | 0.00 | 45.00 | | | 絞り・ガルバノミラー |
| 18 | 249.74 | 0.00 | 373.64 | 200.01 | 53.79 | 0.00 | | | ガルバノミラー |
| 19 | 310.14 | 190.66 | 373.64 | 101.39 | 30.00 | 0.00 | | | 反射面 |
| 20 | 211.12 | 168.85 | 373.64 | 87.92 | -25.00 | 0.00 | | | 反射面 |
| 21 | 251.82 | 246.78 | 373.64 | 203.27 | 30.01 | 0.00 | | | 反射面 |
| 22 | 48.74 | 238.19 | 373.64 | 1818.84 | -10.38 | 0.00 | | | 反射面 |
| 23 | 1721.11 | 954.41 | 373.64 | 23.39 | 0.00 | | | | 像面 |

球面曲率半径

| | |
|-----------|----------|
| 1面(D1面) | 平面 |
| 2面(D2面) | 平面 |
| 3面(C1面) | -375.917 |
| 4面(C2面) | -141.592 |
| 5面(C3面) | 264.516 |
| 6面(C4面) | 79.671 |
| 7面(C5面) | -148.444 |
| 8面(C6面) | -98.046 |
| 9面(C7面) | 71.674 |
| 10面(C8面) | 128.720 |
| 11面(C9面) | 196.215 |
| 12面(C10面) | 94.612 |
| 13面(C11面) | -135.284 |
| 14面(C12面) | 114.801 |

15面(C13面) -175.679

16面(C14面) 88.288

17面(G1面) 平面

18面(G2面) 平面

非球面係数

19面(R 1面) C02=-5.30060e-004 C20=-6.48158e-004
C03= 2.38117e-006 C21= 1.81552e-006
C04= 1.36219e-009 C22= 1.25978e-008 C40= 8.34071e-009
C05= 5.47534e-012 C23= 1.02264e-010 C41= 1.35072e-010
C06=-1.10384e-013 C24= 2.72877e-013 C42= 9.49423e-014
C60=-3.80594e-013

20面(R 2面) C02= 8.15395e-005 C20=-2.10835e-004
C03= 9.96478e-006 C21= 3.94561e-006
C04=-4.25220e-008 C22= 3.29584e-008 C40= 2.71265e-008
C05=-2.06450e-011 C23=-5.12275e-011 C41= 4.28789e-010
C06= 7.87151e-014 C24= 2.37491e-013 C42=-5.58217e-012
c60=-3.47348e-012

21面(R 3面) C02= 2.70600e-003 C20= 1.07862e-003
C03= 8.88925e-006 C21=-1.31236e-005
C04=-6.87424e-008 C22=-8.94279e-009 C40=-3.52132e-008
C05=-1.50398e-009 C23=-6.70886e-010 C41= 1.04289e-009
C06=-1.95832e-011 C24=-6.52406e-012 C42=-1.39380e-011
c60=-5.96763e-012

22面(R 4面) C02= 2.21107e-003 C20= 2.88015e-003
C03=-1.18067e-006 C21=-1.62934e-006
C04= 8.46632e-009 C22= 9.95858e-009 C40= 1.19861e-009
C05=-1.34789e-011 C23=-1.73516e-011 C41=-4.30530e-011
C06= 8.77560e-014 C24= 3.20726e-013 C42= 5.80718e-013
c60= 2.76846e-013

回転部材

17面(G 1面) $\theta_{y,i} \pm 3.14703^\circ$

回転中心 $(X_i, Y_i, Z_i) = (0.00 \ 0.00 \ 373.64)$ (図 4 1 のEXP)

18面(G 2面) $\theta_{x,i} \pm 0.51744^\circ$

回転中心 $(X_i, Y_i, Z_i) = (249.74 \ 0.00 \ 373.64)$

次に、本実施形態における光学作用を説明する。Lの光源から発生した光は、ライトバルブLVを照明し、LVでの像が反射光学系Rを含む投射光学系で拡大投射されスクリーンEに映し出される。

【0088】

本実施形態の投射光学系は、スクリーンE上で像面を移動若しくは傾けることが可能であることを特徴としている。像面位置S1～S4での横収差を評価するための各像面上の評価位置を図 5 5 に示す。

【0089】

本実施形態の投射光学系における各像面位置S1～S4でのディストーションの様子を図 4 3 に、各像面位置S1～S4における (1) ～ (5) の評価位置での横収差図を図 4 4 ～ 4 7 に示す。図 4 3 から分かるように、大きなディストーションはなく、非対称なディストーションも少ない。図 4 4 ～ 4 7 の横収差図の軸の定義は、横軸を瞳面上でのx或いはy軸とし、縦軸はスクリーン上での収差量を意味している。これらの図より、各像面位置S1～S4でそれぞれ良好に結像していることが分かる。

【0090】

また、本実施形態では、前述したように、パネル側の光学ブロックCが球面状に光を結像させる結像性能を有している。光学ブロックCのディストーションの様子を図 4 8 に、(1) ～ (5) の評価位置での横収差図を図 4 9 に示す。図 4 8 から分かるように、大きなディストーションはなく、図 4 9 から分かるように、良好に結像している。

【0091】

なお、パネル側の光学ブロックCの焦点距離は 162.978 mm (35 mm

判換算で396.60mm)である。

以上説明したように、上記各実施形態によれば、Off-Axial反射面を利用することにより、スクリーンに対して斜めに投射することが可能となるので、投射型表示装置の設置自由度を大きく向上させることができる。また、投射光学系内の1つの部材をパネル側の光学ブロックの前記射出瞳位置を中心に回転させることにより、従来よりも遥かに広画角で、大きな投射角の仕様範囲内において任意の像位置に歪みのない像を得ることができる、投射角が可変である投射光学系および投射型画像表示装置を実現することができる。

【0092】

以上説明した実施形態1～5においては、図50に示したように、ガルバノミラーを用いて画像の投射角を変えているが、本発明はこの限りではなく、反射面の角度が可変である反射部材であればどのような光学素子でも構わない。さらには、反射部材に限らず、偏向方向が可変である透過面を有する光学素子、或いは複数の光学素子の組合わせで偏向方向を可変にする光学ユニットを用いてもよい。

【0093】

例えば、光学ブロックC(第1光学ブロック)を光学ブロックCの光軸と垂直な方向に駆動することにより、スクリーン上に投影される画像の位置を変えるようにしても構わない。

【0094】

また、スクリーンに投影される画像の位置を2方向に(2次元的に)移動させる場合、1方向に関してはガルバノミラー等の回転ミラーを回転させることによって画像を移動し、もう1方向に関しては光学ブロックCを移動させることによって画像を移動させるようにしてもよい。このような画像の位置の2方向への移動それぞれは、ガルバノミラー等の回転ミラーを用いる方法と、光学ブロックCを移動する方法と、光学ブロックR(第2光学ブロック)を回転移動する方法と

、光学ブロックCを液晶パネルごと回転移動させる方法とを任意に組み合わせても構わない。

【0095】

ここで、ガルバノミラー等の回転ミラーを2枚用いて、スクリーン上の画像を2方向に移動させる場合、移動量が多い第1方向に画像を移動させる機能を有する第1回転ミラー、すなわち回転角度の大きい第1回転ミラーを光学ブロックCの射出瞳位置もしくはその近傍に配置する。そして、第1方向とは異なり、第1方向に比べるとスクリーン上での画像の移動量が少ない方向に画像を移動させる機能を有する第2回転ミラー、すなわち第1回転ミラーに比べて回転角度が小さい第2回転ミラーを、光学ブロックCの射出瞳からの距離が第1回転ミラーより離れた位置に配置する。これにより、回転角度の大きい回転ミラーを、より光学性能の劣化を防ぐことが容易な位置に配置することができるため、全体の光学性能の劣化を防止することができる。

【0096】

但し、前述の第1回転ミラーと第2回転ミラーの配置はこれに限らず、光学ブロックCの射出瞳を挟んで第1回転ミラーと第2回転ミラーとが配置されるようにしてもよい。

【0097】

また、ガルバノミラー等の回転ミラー1枚でスクリーン上の画像を2方向に移動させる場合、画像が回転するという問題点があるが、それは液晶パネル上で電氣的に画像を回転させてもよい。また、液晶パネルそのものを回転させても構わない。

【0098】

また、スクリーン上の投影画像を2次元的に動かす（投射角を2次元的に変化させる）ための方法として、上述のように2つのガルバノミラーを用いて直交する2方向への投射角を変化させる方法ある。しかしながら、図51に示すように、偏光ビームスプリッターとガルバノミラー等の偏向方向が可変である反射部材を備えるような光学ユニットを用いると、反射部材の傾きを直交する2方向に変化させること（反射部材の傾きを直交する2方向の回転軸のまわりで、その回転

の組み合わせにより変化可能な方向に変化させること)によって投射画像の向き(スクリーン面内での向き)を変えることなく2次元的に移動させることができる。

【0099】

なお、図51では、ミラーを実線で示す状態に対して破線で示す方向に傾けた場合のみを示しているが、勿論、実線の状態に対して破線の状態とは反対側にミラーを傾けることも可能である。

【0100】

さらに、図51では図の紙面内の方向にのみミラーを傾けているが、紙面の奥行き方向にミラーを傾けることも可能である。

【0101】

このように、投射画像の2次元的な移動が、反射面の傾きが可変な反射部材を1つ有することによって可能になるため、装置全体の小型化、簡略化を達成することができる。

【0102】

ここで、図51において、画像表示素子として液晶パネルを用いた場合を考える。液晶パネルを1つのみ用いる場合(所謂、単板式の場合)、図51に示した色選択性位相差板(色選択性位相差板とは、赤色光、緑色光、青色光のうちの特定の色光に対して90度位相差を与えることが可能な位相差板、例えば緑色光だけ他の色光に対して90度位相をずらすことができる)は特に必要が無く、偏向ビームスプリッター(PBS)に入射した光がPBSを透過するような偏向方向を有する光、すなわちP偏光であればよい。勿論、PBSに対するガルバノミラーの位置を変えれば、PBSに入射する光をS偏光とすることも可能である。

【0103】

また、本実施形態においては、回転可能なガルバノミラーを用いているが、本発明はこれに限られない。例えば、反射部材とこの反射部材を回転方向に様々な角度に駆動し、かつ固定が可能な駆動機構とを備えれば、ガルバノミラーに限らない。

【0104】

また、連続的に角度が可変である必要は無く、物体側の光学ブロック（第1ブロック）の光軸に対する角度が不連続な複数種類に設定可能な反射部材を用いて、スクリーン上の複数箇所に画像を投射するようにしてもよい。また、ガルバノミラーのように反射部材でなくても、屈折光学素子（又は回折光学素子）を組み合わせ、複数の方向に偏向可能な光学ユニットを形成し、ガルバノミラーの代わりに用いてもよい。

【0105】

次に、赤、緑、青用の3つの液晶パネルを使う場合（3板式の場合）を想定する。この3つの液晶パネルから出射したそれぞれの色の光を波長によって選択的に透過、反射するような光学素子（例えば、ダイクロイックミラーやダイクロイックプリズム）によって（色）合成する場合、予め3つの液晶パネルから出射する光の偏光方向が揃うように設定しておけば、単板式と同じように色選択性位相差板は必要無い。

【0106】

但し、PBS等を用いて色合成を行う場合は、色合成直後では必然的に3色の色光の偏光方向が一致しない。その場合、3色の色光が合成された後、図51に示したPBSに入射する前に、3色の色光の偏光方向を揃える必要がある。したがって、図51に示した例においては、画像表示パネル系LLに包含されている色合成系とPBSとの間に色選択性位相差板を配置し、この色選択性位相差板によって、特定の色光の偏光方向を90度回転させて、3色の色光の偏光方向を揃えている。

【0107】

ここで、PBSの代わりにハーフミラーを配置すれば、色選択性位相差板も $\lambda/4$ 板も必要なくなる。

【0108】

また、上記実施形態1～5においては、さらに以下のような特徴がある。例えば、上記各実施形態では、曲率を有する反射面を複数有する光学ブロックRが中間像を形成している。この光学ブロックRは、ガルバノミラー等の偏向方向が可変である反射面（もしくは回転方向に角度が可変である反射面）のスクリーン側

(被投射面側)に配置されている。上記各実施形態中の投射光学系は、拡大投射系であるため、スクリーンに近づくにつれて画像光の光束が徐々に大きくなりがちであるが、光学ブロックRによって中間像を形成することによって、光学系（特に光学ブロックR）を小型化することができるという効果がある。

【0109】

また、この中間結像は、光学ブロックRが有する反射面のうちのスクリーン側から1枚目と2枚目との間に配置されている。このことによって、スクリーンに近づくに連れて徐々に拡がりかちな光束径を絞ることができ、スクリーンに最も近い反射面を小さくすることができるという効果がある。

【0110】

尚、上記各実施形態においては、光学ブロックRが有する反射面は4面であり、光源側（パネル側）から数えて3面目の反射面と4面目の反射面との間に中間像が形成されている。また、それに伴って、光学ブロックRのうち最もスクリーンに近い反射面（光学ブロックRが有する複数の反射面のうち光路上において最もスクリーンに近い反射面）を凹面反射面（正のパワーを有する反射面）としている。しかしながら、反射面の製造などの諸要因によって、中間結像を形成させない場合でも光学ブロックRとしての本質的な役割は変わらない。

【0111】

また、上記実施形態1～5においては、画像表示素子（液晶パネル等）を透過し（色合成され）た光が光学ブロックCに入射し、光学ブロックCを介した光がガルバノミラー等の偏向方向が可変である光学系に入射し、この光学系を介した光が光学ブロックRに入射し、光学ブロックRを介した光が被投射面であるスクリーンに投射されている。

【0112】

ここで、光学ブロックC（すなわち、画像表示素子と偏向方向が可変である光学系との間、又は色合成光学系と偏向方向が可変である光学系との間に配置された光学ブロック、光学系）の射出瞳が、光学ブロックCが有する光学素子のうち最もスクリーン側の光学素子よりもスクリーン側に形成されている。さらに、この射出瞳位置近傍にガルバノミラー等の偏光方向（偏向方向）が可変である光学

系を配置し、この光学系を用いて光の偏光方向（偏向方向）を変えることにより、投射画像の画質の劣化がほとんど無く投射画像の投射位置を変化させることができる。

【0113】

また、上記実施形態1～5で用いているライトバルブ（画像表示素子）LVは、照明光学系の光軸に対して垂直な平面内において、複数の画素を有している。従って、前述の投射光学系は、同時に複数の画素に照明光を照射し、複数の画素からの光を同時にスクリーン上に導いている。このライトバルブLVは、透過型又は反射型の液晶パネル（TFTや高分子分散液晶）であっても、DMD等のミラーデバイスであっても構わない。DMD等のミラーデバイスを用いるような場合は、照明光学系の光軸及び投射光学系の光軸に対して垂直な平面から傾いて配置することもある。

【0114】

また、実施形態中に絞りSSを有している旨の記載があるが、テレセントリックな光学系であるため、絞りが必要無い場合も考えられる。従って、光学ブロックCの射出瞳位置に絞りが必ずしもある必要は無く、実施形態における「絞り」という言葉は光学ブロックCの射出瞳という言葉と置換可能である。

【0115】

また、光学ブロックR（第2光学ブロック）は、必ずしも反射面を含む光学系である必要はなく、屈折レンズのみを有する屈折光学系であっても構わない。また、光学ブロックRが有する曲率のある反射面のうち最もスクリーン側の反射面、すなわち実施例中ではR4よりスクリーン側に少なくとも1つの屈折レンズを配置するように構成してもよい。

【0116】

さらに、以上説明した実施形態は、以下の発明を実施したものである。

【0117】

（発明1） 複数の光学素子を有し、画像形成素子からの光を被投射面に投射する投射光学系であって、

前記被投射面とは異なる所定面上に前記画像を結像する性能を有する第1光学

ブロックを有しており、

前記複数の光学素子のうち少なくとも1つの光学素子を、実質的に前記第1光学ブロックの射出瞳位置の中心（前記第1光学ブロックの射出瞳位置で前記第1光学ブロックの光軸上の点）を回転中心にして回転させることによって、前記投射光学系により投射される前記画像形成素子の像を移動させる及び／又は傾けることが可能であることを特徴とする投射光学系。

【0118】

（発明2） 前記第1光学ブロックよりも前記被投射面側に、少なくとも1つの曲率を有する反射面を備え、前記第1光学ブロックを介した光を前記被投射面に導く第2光学ブロックを有していることを特徴とする発明1に記載の投射光学系。

【0119】

（発明3） 前記第2光学ブロックは、曲率を有する回転非対称な反射面を備えることを特徴とする発明2に記載の投射光学系。

【0120】

（発明4） 前記第2光学ブロックは、前記被投射面とは異なる位置に前記画像形成素子面の中間像を形成することを特徴とする発明2又は3に記載の投射光学系。

【0121】

（発明5） 前記中間像が、前記第2光学ブロックが有する少なくとも1つの反射面のうち、最も前記被投射面側の反射面よりも、前記画像形成素子側に形成されることを特徴とする発明4に記載の投射光学系。

【0122】

（発明6） 前記第2光学ブロックが複数の曲率を有する反射面を備えており、前記複数の反射面のうち最も前記被投射面側の反射面と、前記被投射面側から数えて2番目の反射面との間に、前記中間像が形成されることを特徴とする発明4又は5に記載の投射光学系。

【0123】

（発明7） 前記第2光学ブロックが曲率を有する反射面を4面有することを

特徴とする発明 2 から 6 のいずれかに記載の投射光学系。

【 0 1 2 4 】

(発明 8) 前記第 2 光学ブロックが有する少なくとも 1 つの反射面のうち、最も前記被投射面側の反射面が凹面であることを特徴とする発明 2 から 7 のいずれかに記載の投射光学系。

【 0 1 2 5 】

(発明 9) 前記第 2 光学ブロックが、少なくとも 1 つの曲率を有する回転非対称な反射面を備えることを特徴とする発明 2 から 8 のいずれかに記載の投射光学系。

【 0 1 2 6 】

(発明 1 0) 前記第 2 光学ブロックが有する少なくとも 1 つの反射面がすべて、曲率を有する回転非対称な反射面であることを特徴とする発明 2 から 9 のいずれかに記載の投射光学系。

【 0 1 2 7 】

(発明 1 1) 前記第 2 光学ブロックが、実質的に前記第 1 光学ブロックの射出瞳位置で前記第 1 光学ブロックの光軸上の点を中心にして回転することを特徴とする発明 2 から 1 0 のいずれかに記載の投射光学系。

【 0 1 2 8 】

(発明 1 2) 前記第 1 光学ブロックが、前記第 1 光学ブロックの射出瞳位置で前記第 1 光学ブロックの光軸上の点を曲率中心とする球面上に前記物画像形成素子面を結像する性能を有することを特徴とする発明 1 から 1 1 のいずれかに記載の投射光学系。

【 0 1 2 9 】

(発明 1 3) 前記第 1 光学ブロックの射出瞳は、前記第 1 光学ブロックが有する光学素子のうち最も前記被投射面側の光学素子よりも、前記被投射面側に形成されることを特徴とする発明 1 から 1 2 のいずれかに記載の投射光学系。

【 0 1 3 0 】

(発明 1 4) 前記第 1 光学ブロックが、実質的に前記第 1 光学ブロックの射出瞳位置で前記第 1 光学ブロックの光軸上の点を中心にして回転することを特徴

とする発明 1 から 13 のいずれかに記載の投射光学系。

【0131】

(発明 15) 前記第 1 光学ブロックと前記第 2 光学ブロックとの間に、実質的に前記第 1 光学ブロックの射出瞳位置で前記第 1 光学ブロックの光軸上の点を中心にして回転可能な回転光学素子を含む第 3 光学ブロックを有することを特徴とする発明 1 から 14 のいずれかに記載の投射光学系。

【0132】

(発明 16) 前記第 1 光学ブロックと前記第 2 光学ブロックとの間に、実質的に前記第 1 光学ブロックの射出瞳位置で前記第 1 光学ブロックの光軸上の点を中心にした回転方向に複数の角度に設定可能な回転光学素子を含む第 3 光学ブロックを有することを特徴とする発明 1 から 14 のいずれかに記載の投射光学系。

【0133】

(発明 17) 前記回転光学素子が反射部材であることを特徴とする発明 15 又は 16 に記載の投射光学系。

【0134】

(発明 18) 前記第 3 光学ブロックが前記回転光学素子を 2 つ有しており、前記 2 つの回転光学素子が互いに異なる方向に回転可能に構成されていることを特徴とする発明 15 から 17 のいずれかに記載の投射光学系。

【0135】

(発明 19) 前記第 3 光学ブロックが偏向分離面を有することを特徴とする発明 15 から 18 のいずれかに記載の投射光学系。

【0136】

(発明 20) 前記第 3 光学ブロックが $\lambda/4$ 板を有することを特徴とする発明 15 から 19 のいずれかに記載の投射光学系。

【0137】

(発明 21) 前記回転光学素子がガルバノミラーであることを特徴とする発明 15 から 20 のいずれかに記載の投射光学系。

【0138】

(発明 22) 前記被投射面に対して、前記画像形成素子の像を斜めに投射す

ることを特徴とする発明 1 から 21 のいずれかに記載の投射光学系。

【0139】

(発明 23) 前記画像形成素子の中心を介して前記被投射面に形成される画像の中心に達する光束の中心線が、前記被投射面に対して傾いていることを特徴とする発明 1 から 22 のいずれかに記載の投射光学系。

【0140】

(発明 24) 前記第 1 光学ブロックが共軸回転対称レンズを有することを特徴とする発明 1 から 23 のいずれかに記載の投射光学系。

【0141】

(発明 25) 前記第 1 光学ブロックが共軸回転対称レンズからなることを特徴とする発明 1 から 24 のいずれかに記載の投射光学系。

【0142】

(発明 26) 前記第 1 光学ブロックが曲率をもつ反射面を構成要素として含むことを特徴とする発明 1 から 25 のいずれかに記載の投射光学系。

【0143】

(発明 27) 前記被投射面が実質的に平面であることを特徴とする発明 1 から 26 のいずれかに記載の投射光学系。

【0144】

(発明 28) 前記画像形成素子が、反射型液晶パネルであることを特徴とする発明 1 から 27 のいずれかに記載の投射光学系。

【0145】

(発明 29) 前記画像形成素子が、透過型液晶パネルであることを特徴とする発明 1 から 27 のいずれかに記載の投射光学系。

【0146】

(発明 30) 前記画像形成素子が、ミラーデバイスであることを特徴とする発明 1 から 27 のいずれかに記載の投射光学系。

【0147】

(発明 31) 前記画像形成素子を複数有しており、
前記複数の画像形成素子それぞれからの光を合成する色合成光学系を、前記第

1 光学ブロックよりも前記画像形成素子側に有することを特徴とする発明 1 から 30 のいずれかに記載の投射光学系。

【0148】

(発明 32) 前記第 1 光学ブロックと前記第 2 光学ブロックとの間に、前記第 1 光学ブロックの光軸上を通る光線を偏向することが可能な光偏向素子を備えることを特徴とする発明 1 から 31 のいずれかに記載の投射光学系。

【0149】

(発明 33) 発明 1 から 32 のいずれかに記載の投射光学系を有し、該投射光学系により前記画像形成素子を介した光を前記被投射面に投射することを特徴とする投射型画像表示装置。

【0150】

(発明 34) 光源からの光により前記画像形成素子を照明する照明光学系と、前記画像形成素子を介した光を前記被投射面に投射する、発明 1 から 32 のいずれかに記載の投射光学系とを有することを特徴とする投射型画像表示装置。

【0151】

(発明 35) 発明 33 又は 34 に記載の投射型画像表示装置と、該投射型画像表示装置に対して、前記画像形成素子に原画を形成させるための画像情報を供給する画像情報供給装置とを有することを特徴とする画像表示システム。

【0152】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、少なくとも 1 つの光学素子を、実質的に第 1 光学ブロックの射出瞳位置で第 1 光学ブロックの光軸上の点を中心にして回転させることによって物体面の像を移動させたり傾けたりすることができるので、従来よりも広画角で、大きな投射角の仕様範囲内において任意の像位置に歪みのない像を得られる、投射角が可変である投射光学系およびこれを有する投射型画像表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態 1 の投射光学系を用いた投射型表示装置の構成図。

【図 2】

上記実施形態 1 の投射光学系を用いた投射型表示装置の構成図。

【図 3】

(a) は上記実施形態 1 の投射光学系の画像表示パネル系、ダイクロイック光学素子、共軸回転対称系、ガルバノミラーおよび反射光学系 R を示す図、(b) は上記実施形態 1 の投射光学系の画像表示パネル系、ダイクロイック光学素子、共軸回転対称系、スクリーン上の像を示す図。

【図 4】

上記実施形態 1 の投射光学系を用いた投射型画像表示装置において投射角が可変であることを示す説明図。

【図 5】

上記実施形態 1 の投射光学系のディストーションを示す説明図。

【図 6】

上記実施形態 1 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 7】

上記実施形態 1 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 8】

上記実施形態 1 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 9】

上記実施形態 1 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 1 0】

上記実施形態 1 の共軸回転対称系のディストーションを示す説明図。

【図 1 1】

上記実施形態 1 の共軸回転対称系の横収差を示す説明図。

【図 1 2】

本発明の実施形態 2 である投射光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図 1 3】

上記実施形態 2 の投射光学系の画像表示パネル系、反射光学系、ガルバノミラーおよび反射光学系の構成図。

【図 14】

上記実施形態 2 の投射光学系を用いた投射型画像表示装置において投射角が可変であることを示す説明図。

【図 15】

上記実施形態 2 の投射光学系のディストーションを示す説明図。

【図 16】

上記実施形態 2 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 17】

上記実施形態 2 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 18】

上記実施形態 2 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 19】

上記実施形態 2 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 20】

上記実施形態 2 の反射光学系のディストーションを示す説明図。

【図 21】

上記実施形態 2 の反射光学系の横収差を示す説明図。

【図 22】

上記実施形態 2 の反射光学系の横収差を示す説明図。

【図 23】

本発明の実施形態 3 である投射光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図 24】

上記実施形態 3 の投射光学系のライトバルブおよび反射光学系の構成図。

【図 25】

上記実施形態 3 の投射光学系を用いた投射型画像表示装置において投射角が可変であることを示す説明図。

【図 26】

上記実施形態 3 の投射光学系のディストーションを示す説明図。

【図 27】

上記実施形態 3 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 28】

上記実施形態 3 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 29】

上記実施形態 3 の反射光学系のディストーションを示す説明図。

【図 30】

上記実施形態 3 の反射光学系の横収差を示す説明図。

【図 31】

本発明の実施形態 4 である投射光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図 32】

上記実施形態 4 の投射光学系のライトバルブおよび反射光学系の構成図。

【図 33】

上記実施形態 4 の投射光学系を用いた投射型表示装置において投射角が可変であることを示す説明図。

【図 34】

上記実施形態 4 の投射光学系のディストーションを示す説明図。

【図 35】

上記実施形態 4 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 36】

上記実施形態 4 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 37】

上記実施形態 4 の反射光学系のディストーションを示す説明図。

【図 38】

上記実施形態 4 の反射光学系の横収差を示す説明図。

【図 39】

本発明の実施形態 5 である投射光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図 40】

上記実施形態 5 の投射光学系を用いた投射型画像表示装置の構成図。

【図 41】

上記実施形態 5 の投射光学系の画像表示パネル系、ダイクロイック光学素子、共軸回転対称系、ガルバノミラーおよび反射光学系の構成図。

【図 4 2】

上記実施形態 5 の投射光学系を用いた投射型画像表示装置において投射角が可変であることを示す説明図。

【図 4 3】

上記実施形態 5 の投射光学系のディストーションを示す説明図。

【図 4 4】

上記実施形態 5 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 4 5】

上記実施形態 5 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 4 6】

上記実施形態 5 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 4 7】

上記実施形態 5 の投射光学系の横収差を示す説明図。

【図 4 8】

上記実施形態 5 の共軸回転対称系のディストーションを示す説明図。

【図 4 9】

上記実施形態 5 の共軸回転対称系の横収差を示す説明図。

【図 5 0】

本発明における投射角可変の原理を示す説明図。

【図 5 1】

上記各実施形態の変形例を説明する説明図。

【図 5 2】

上記各実施形態における座標系の説明図。

【図 5 3】

上記各実施形態における絶対座標系、基準軸上座標系、ローカル座標系の説明図。

【図 5 4】

上記各実施形態における投射角の説明図。

【図 55】

上記各実施形態での結像性能の評価位置を示す説明図。

【図 56】

上記各実施形態での結像性能の評価位置を示す説明図。

【符号の説明】

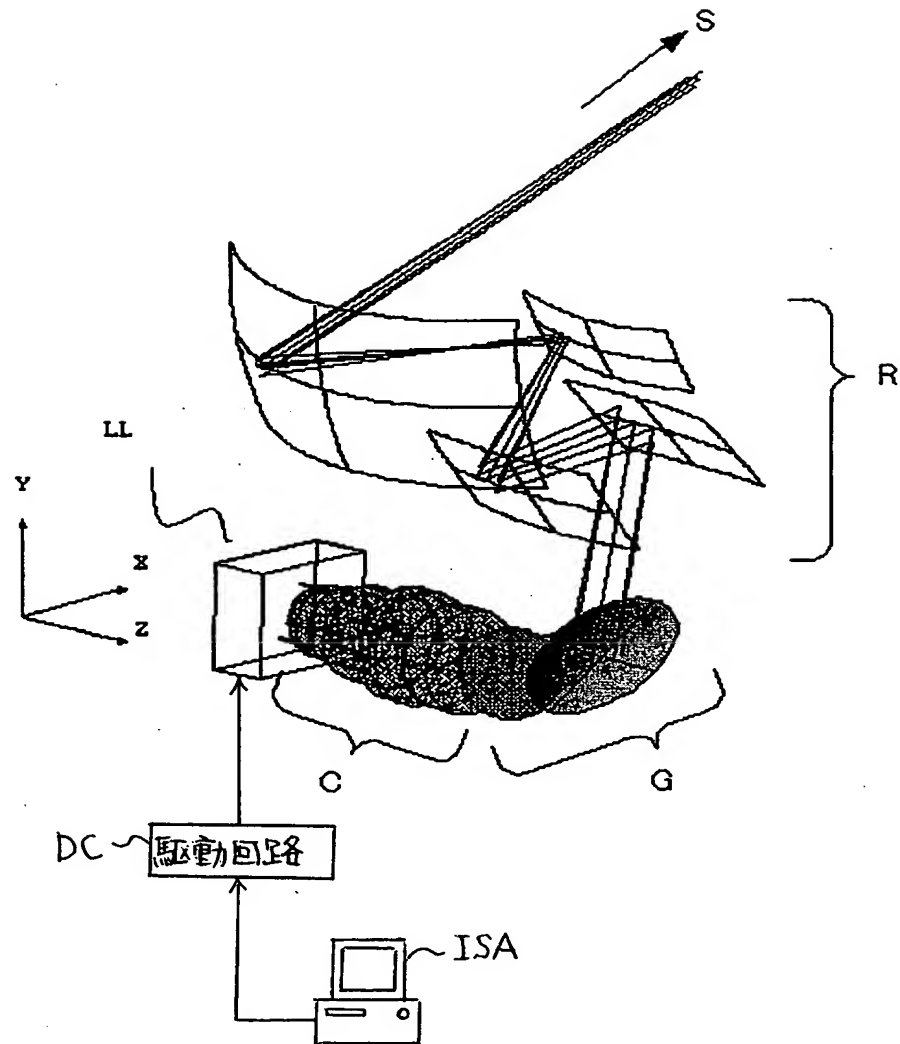
- P 投射光学系（投射型画像表示装置）
- B 光学素子
- LL 画像表示パネル系
- L 照明系
- LV ライトバルブ（画像表示パネル）
- C 共軸回転対称光学ブロック
- D ダイクロイック光学素子
- G ガルバノミラーブロック
- Gi i番目のガルバノミラー
- R 曲率をもつ反射面を構成要素とする光学ブロック
- Ri i番目のOff-Axial反射自由曲面
- Ra パネル側の反射型光学ブロック
- Rb スクリーン側の反射型光学ブロック
- Rai Raを構成するOff-Axial反射自由曲面
- Rbi Rbを構成するOff-Axial反射自由曲面
- E 投射有効領域（拡張スクリーン）
- E' パネル側の光学ブロックの拡張スクリーン
- S 画像表示面
- Si 画像表示位置
- A1、B1、C1 パネル側の光学ブロックの結像面
- A2、B2、C2 投射光学系の結像面
- SS 絞り
- SSa 投射光学系の射出瞳

EXP パネル側の光学ブロックの射出瞳

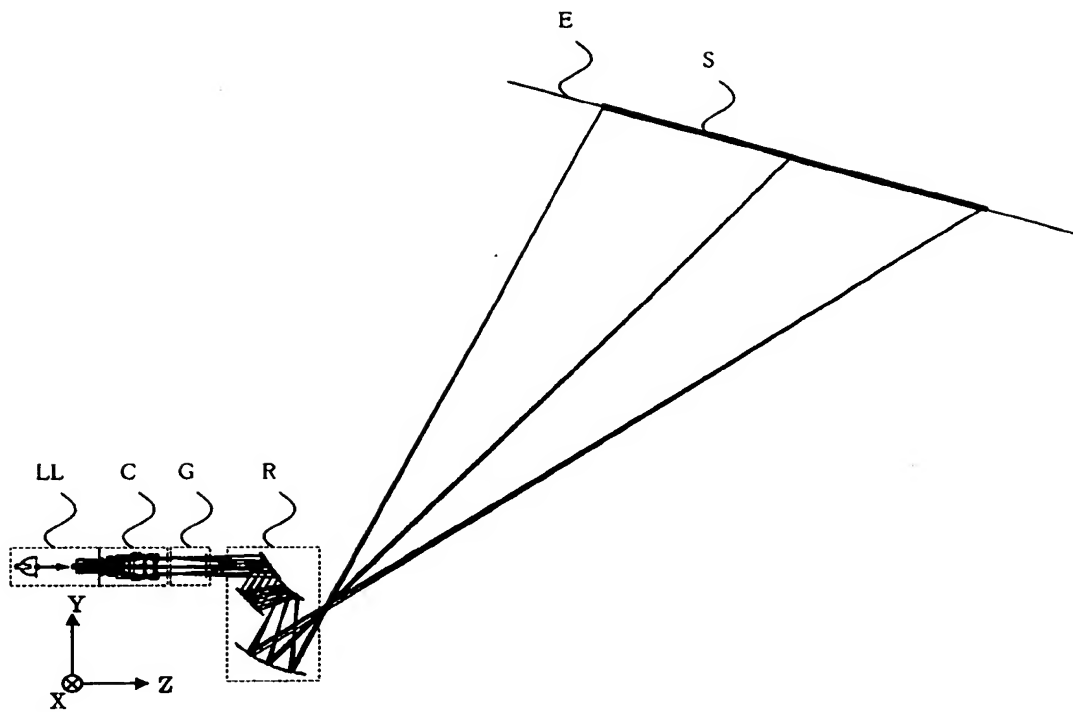
【書類名】

図面

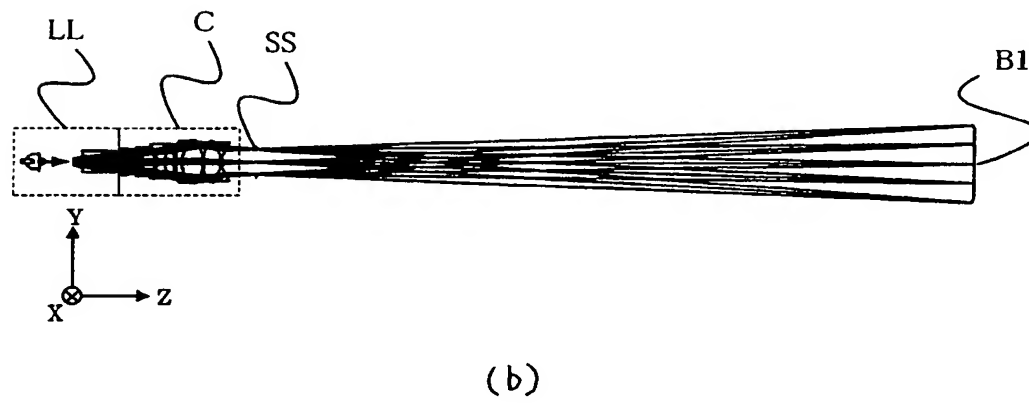
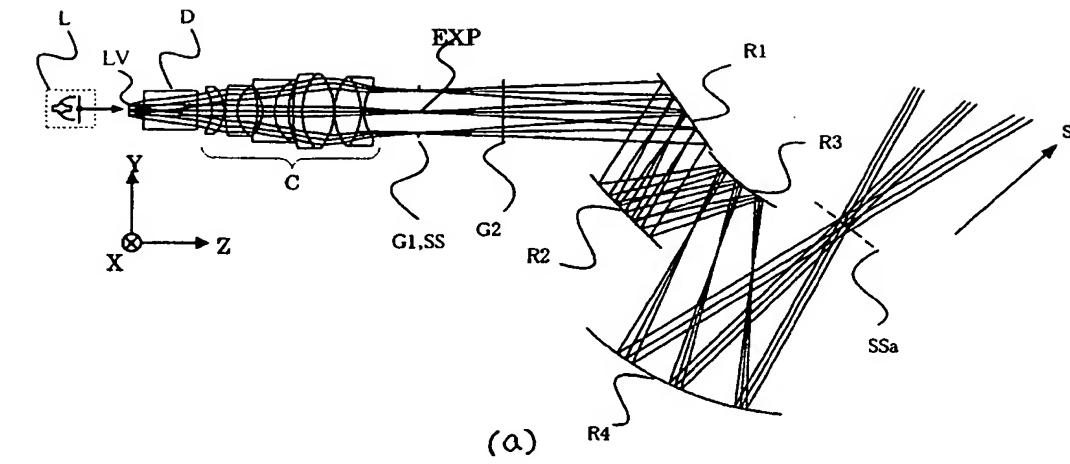
【図 1】



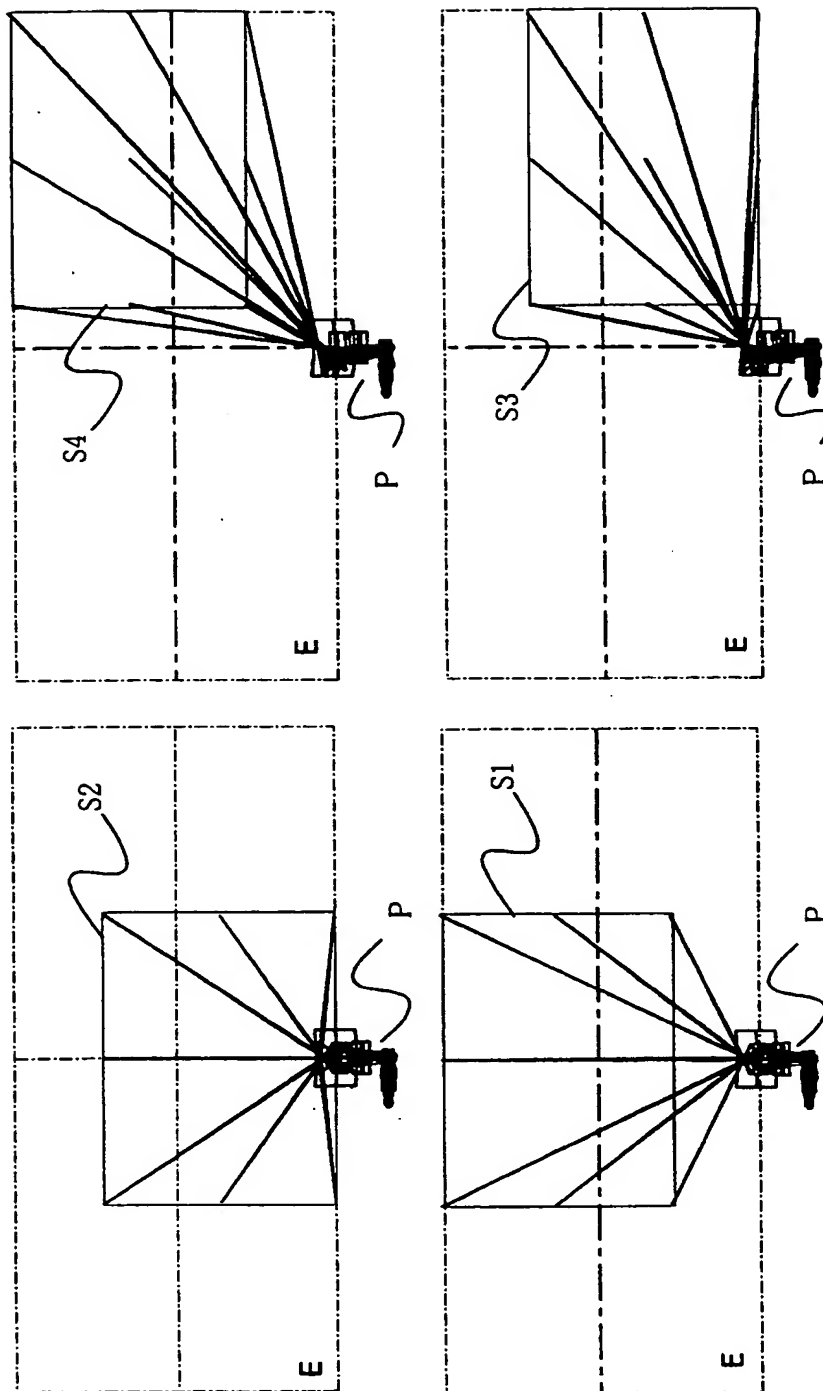
【図 2】



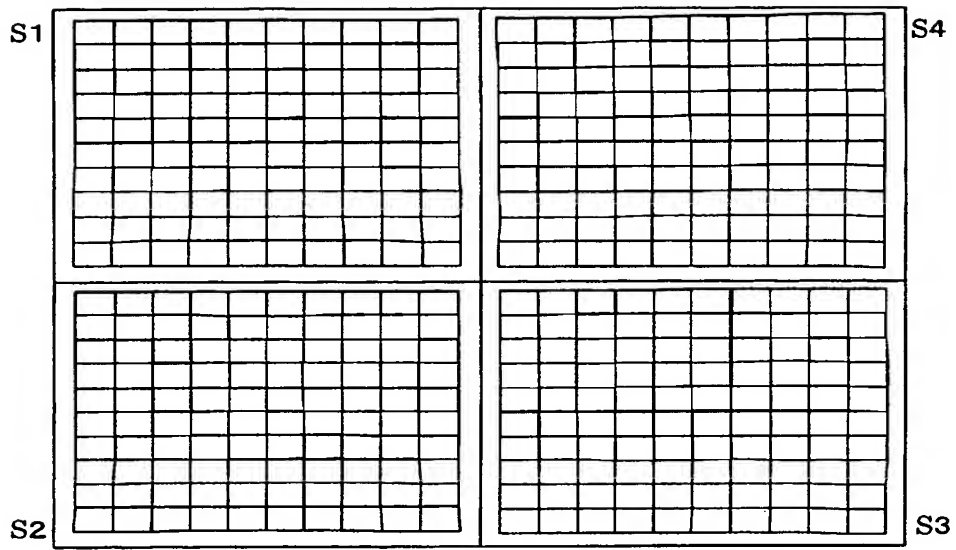
【図 3】



【図 4】

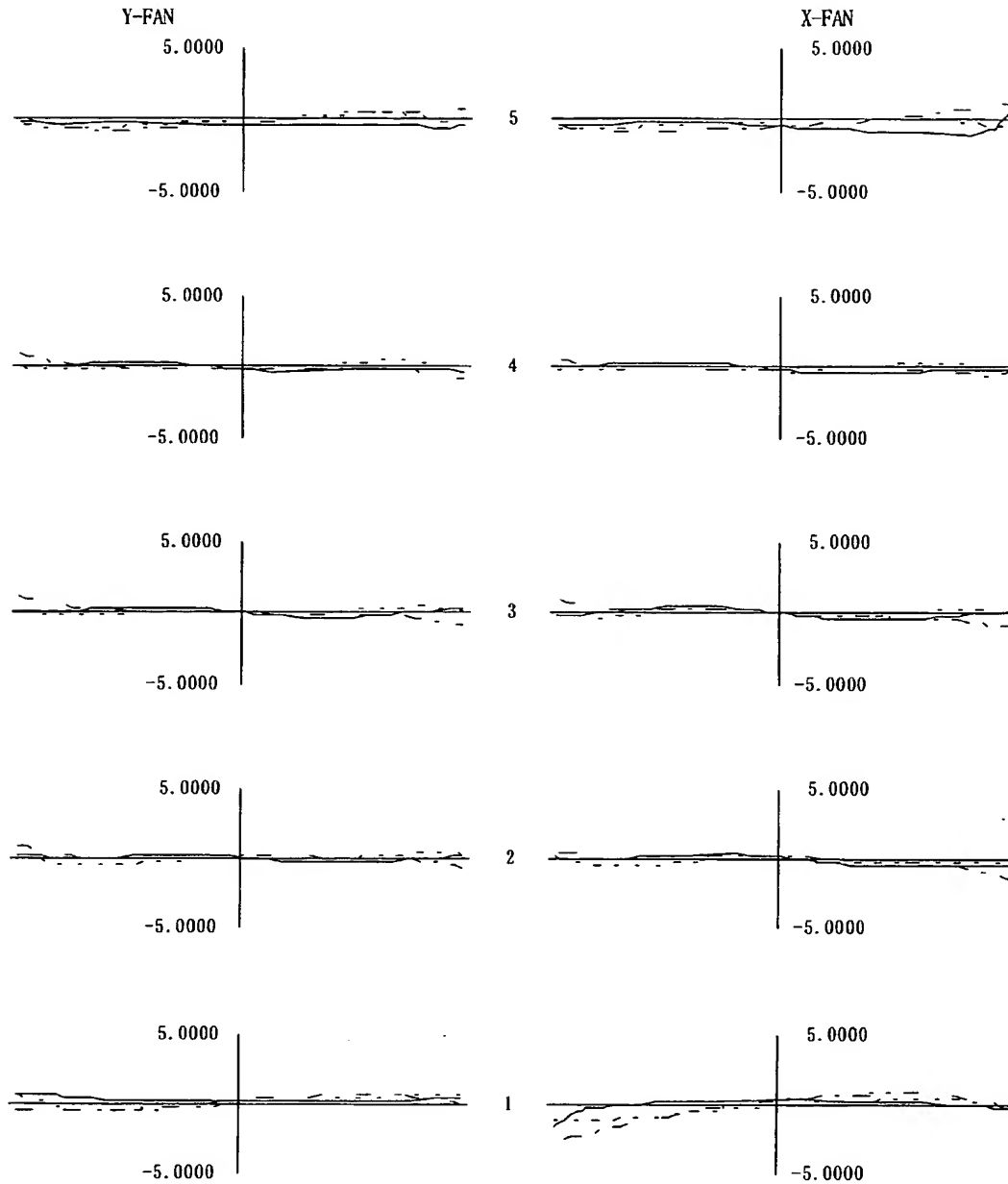


【図 5】

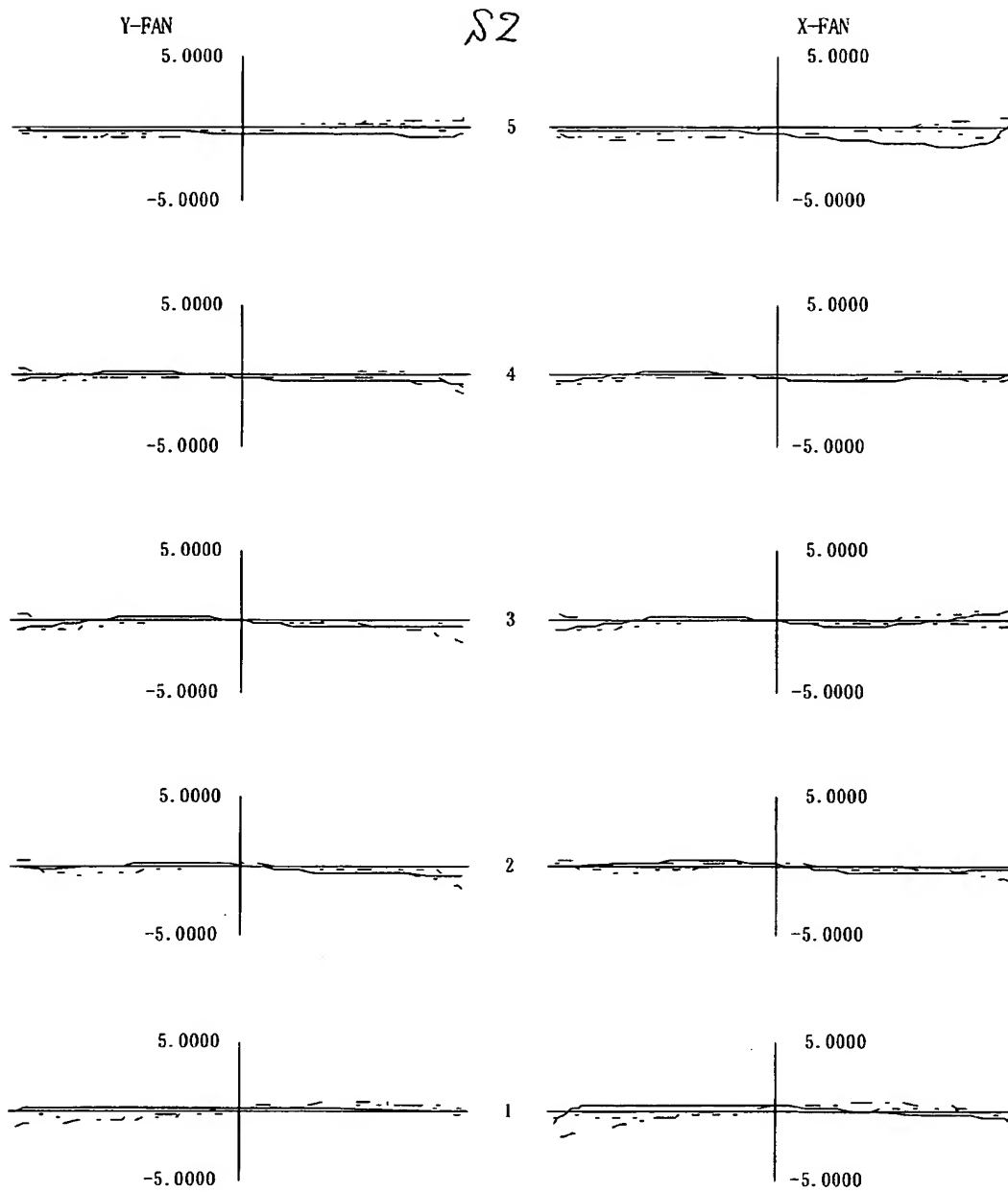


【図 6】

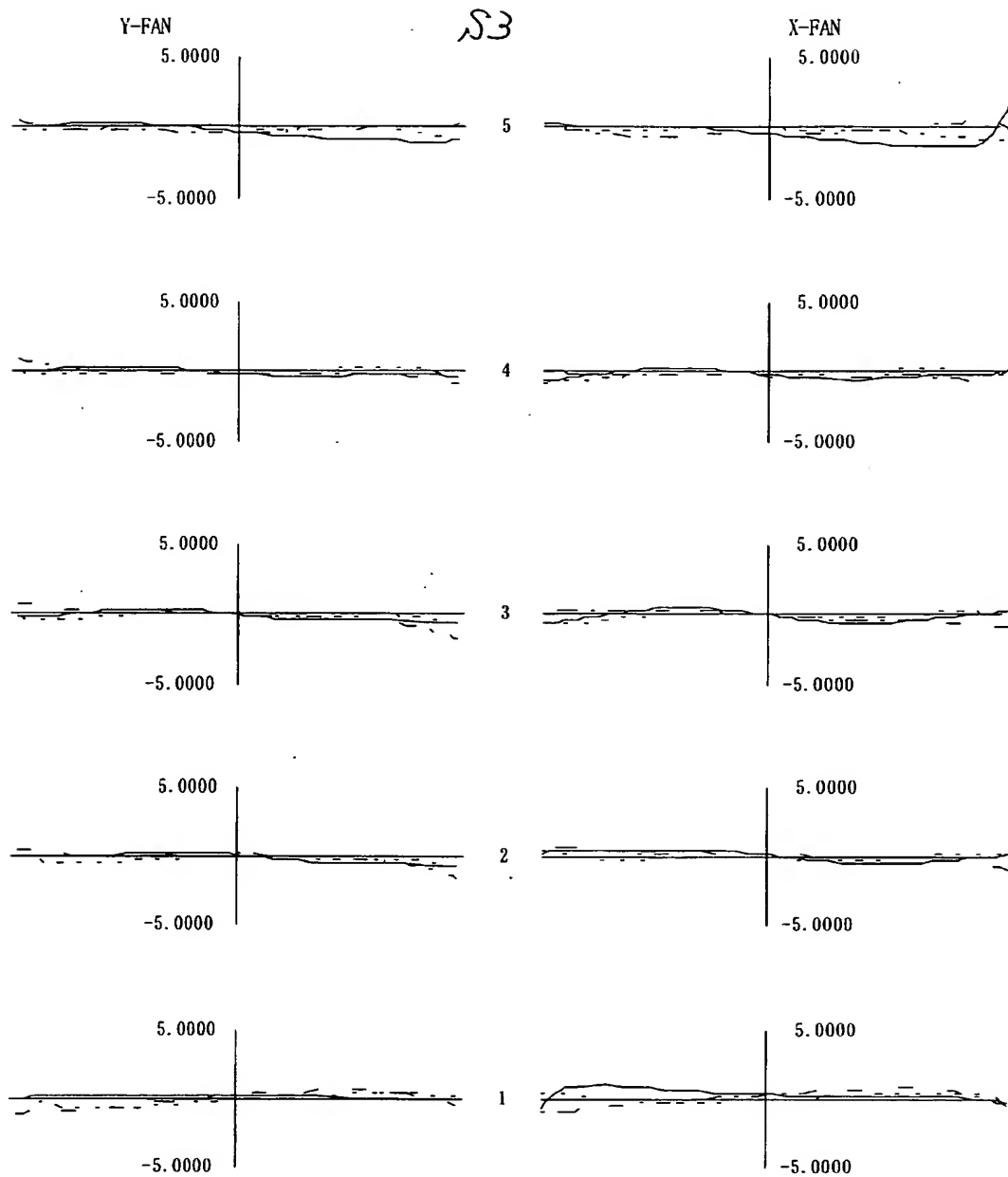
実施例 1

 $\delta 1$ 

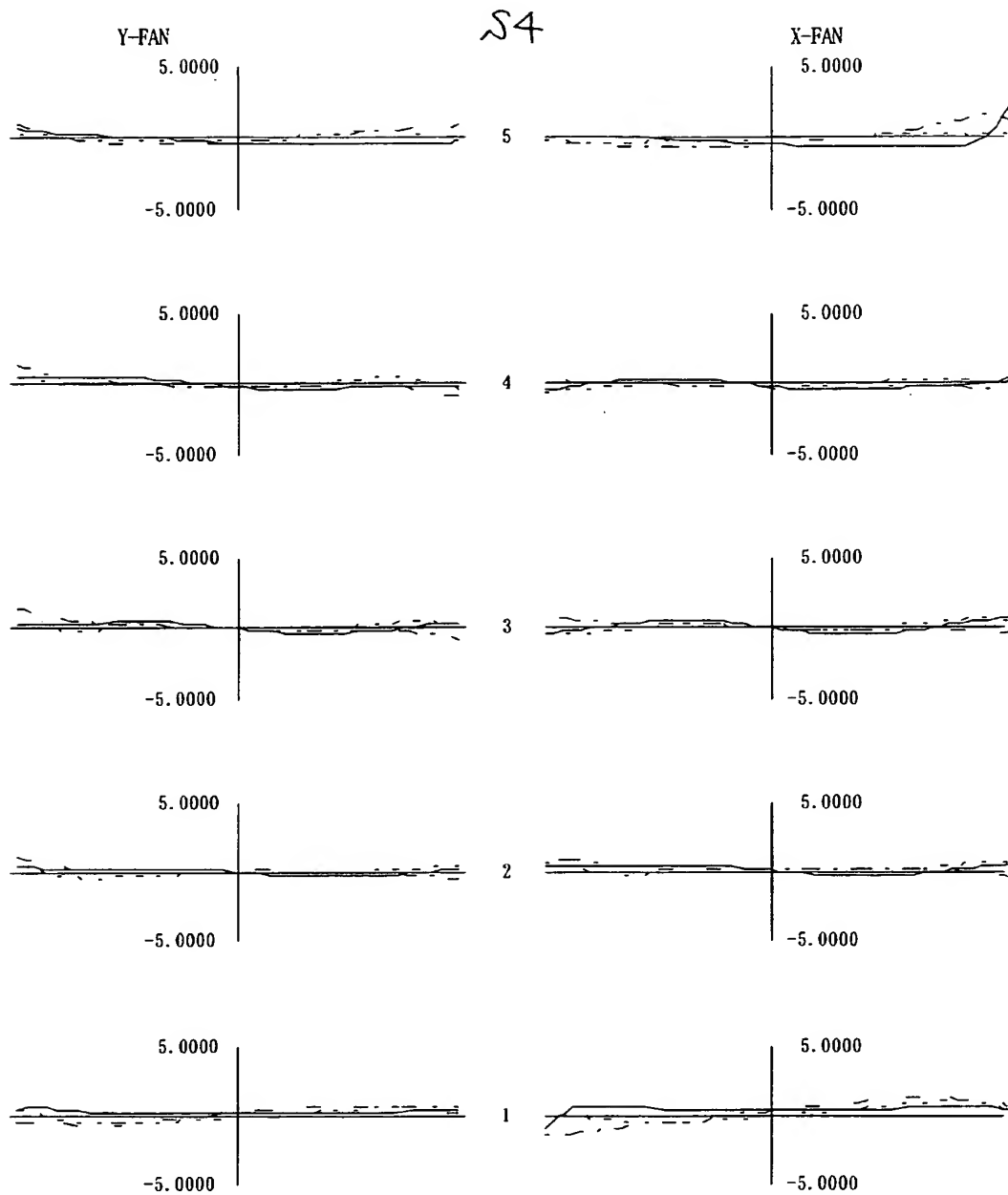
【図 7】



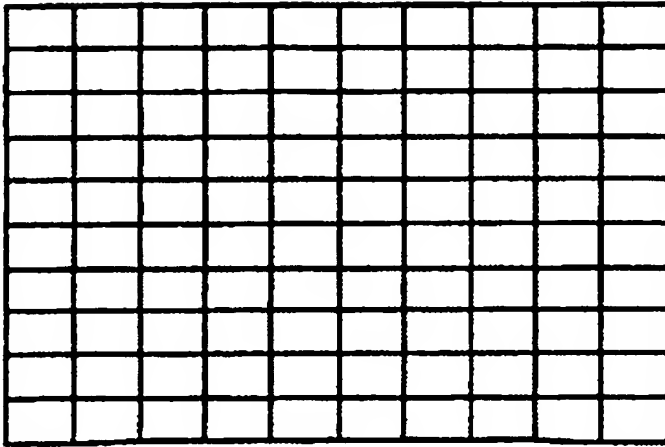
【図 8】



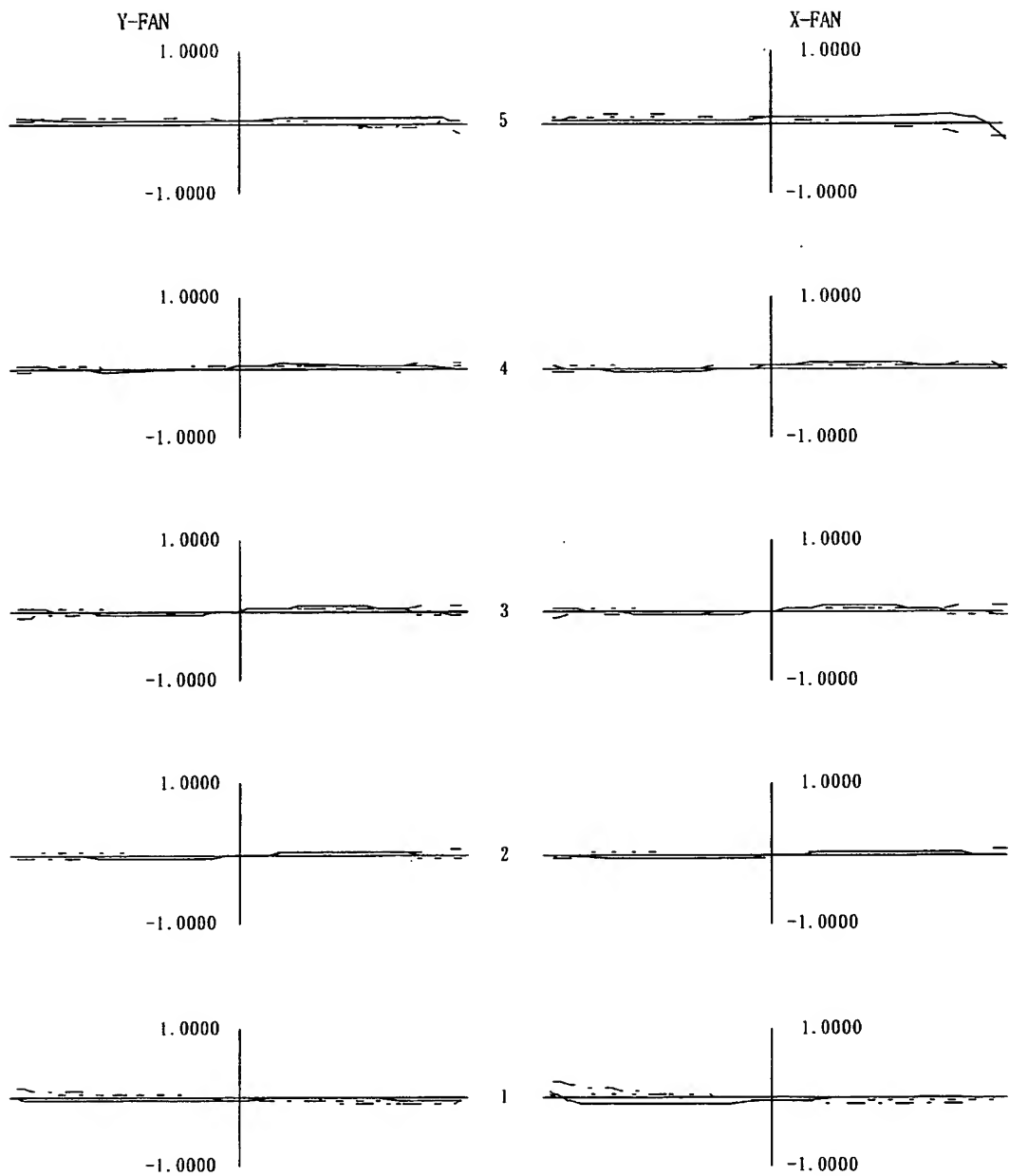
【図 9】



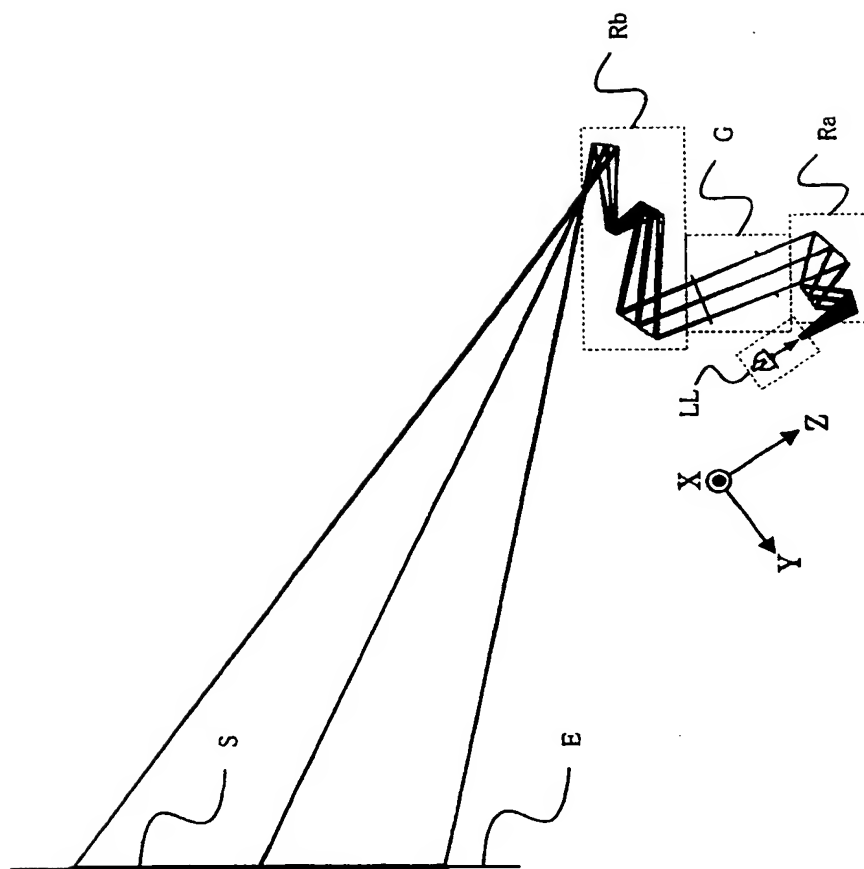
【図 1 0】



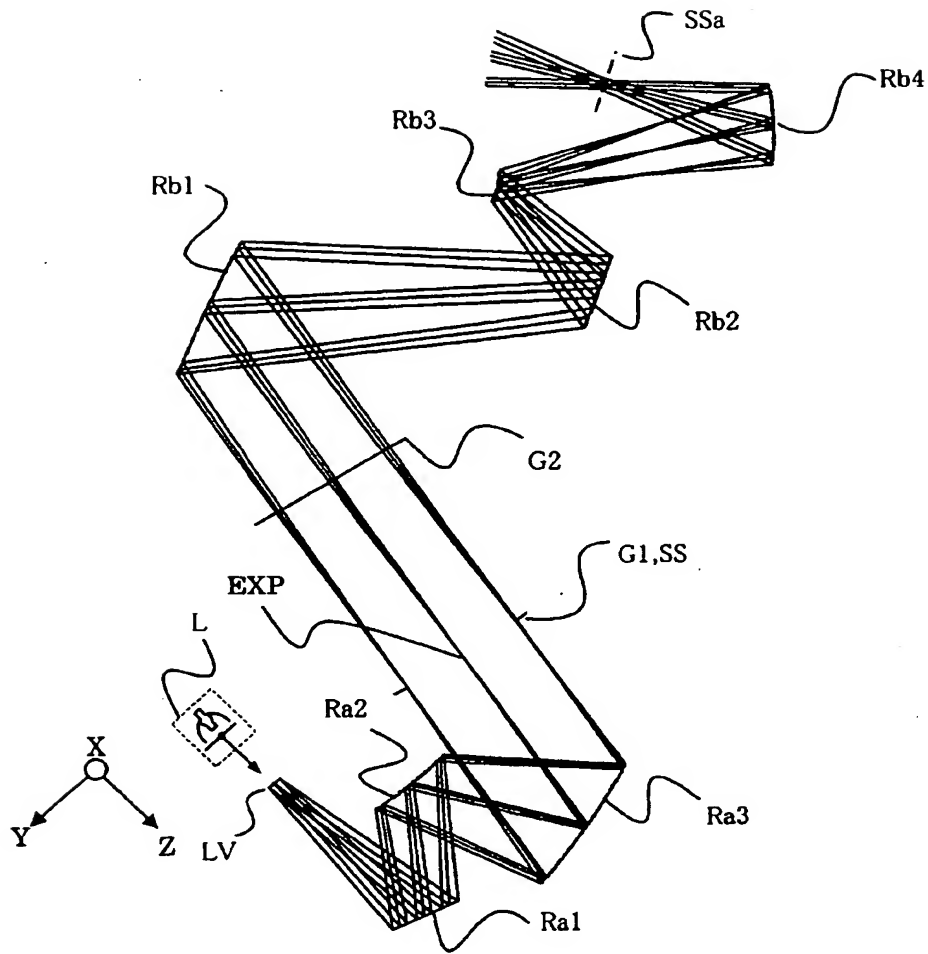
【図 11】



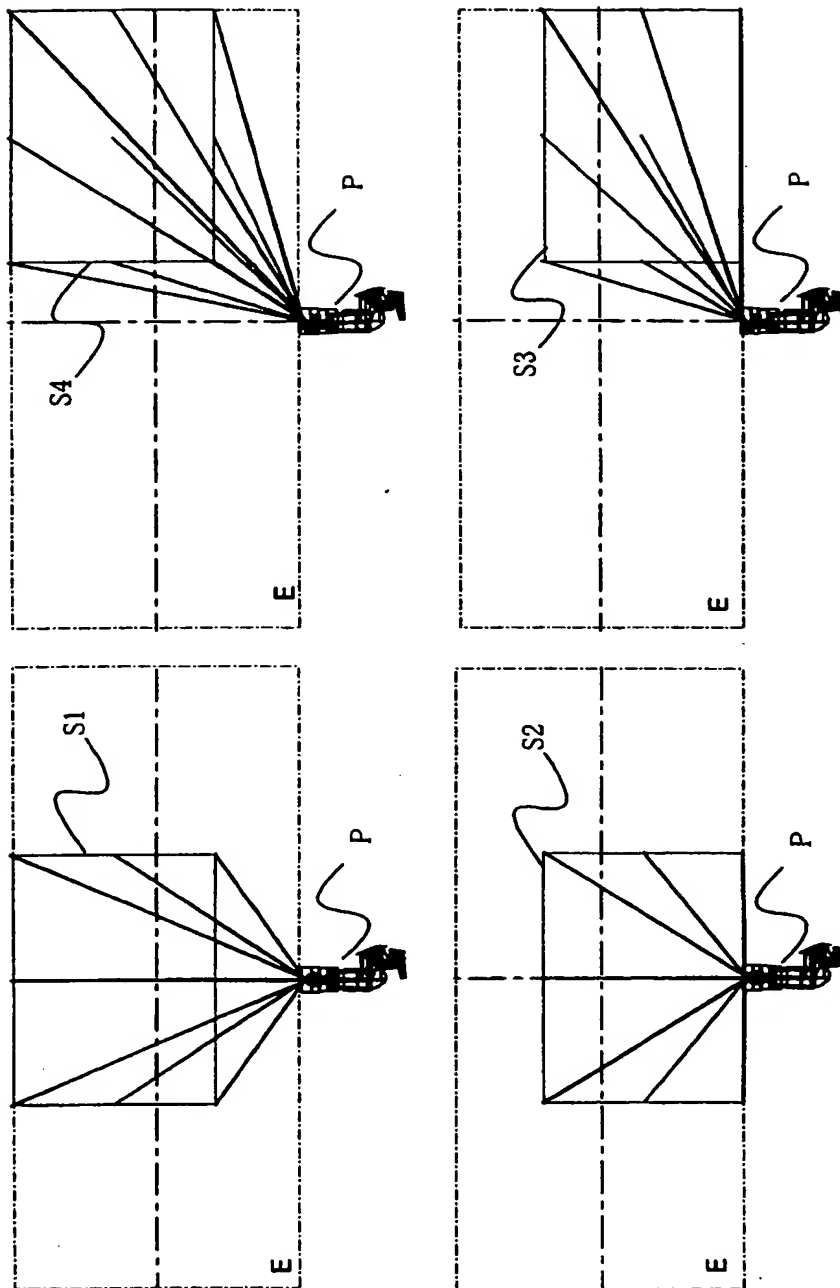
【図 12】



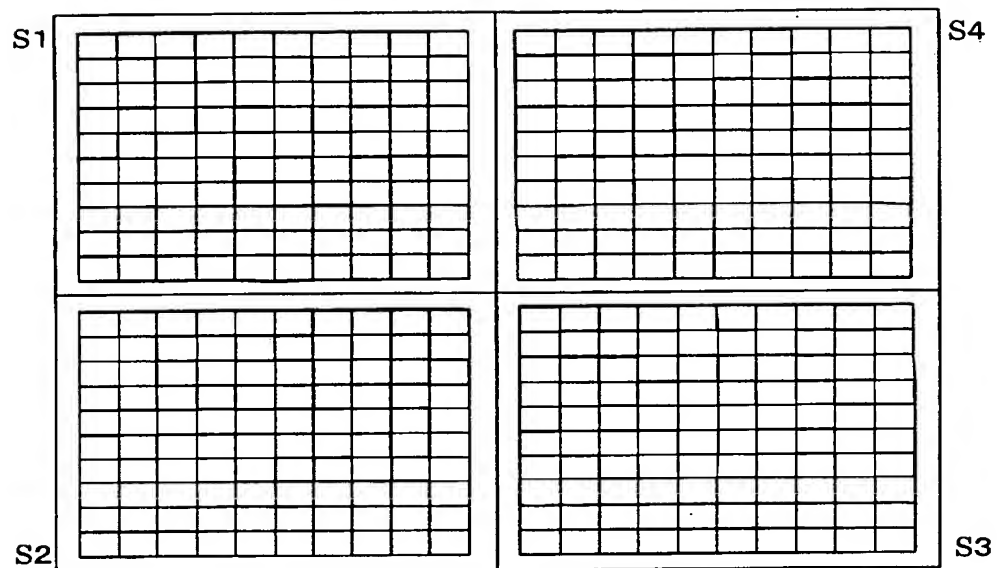
【図 13】



【図 14】

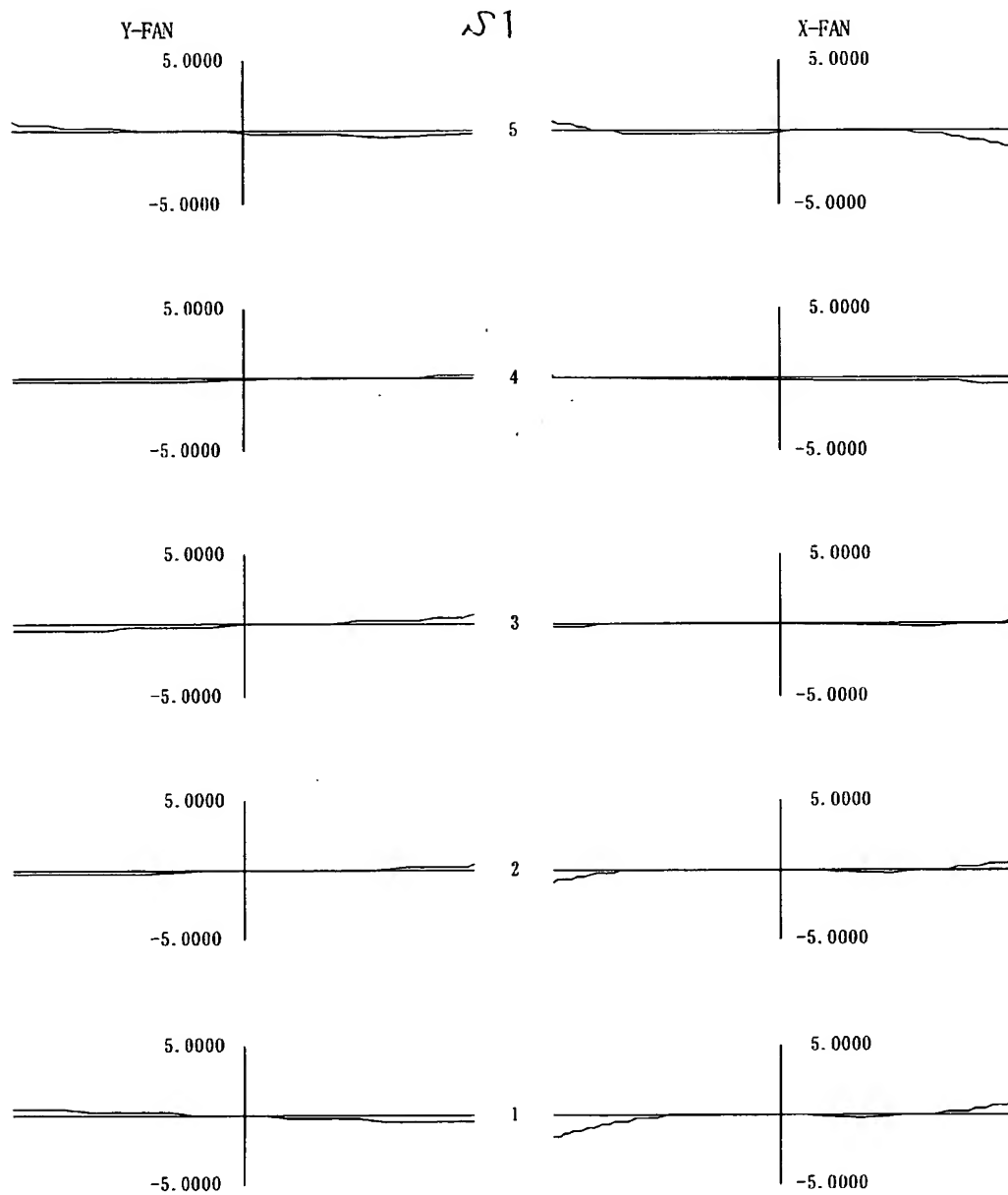


【図 1 5】

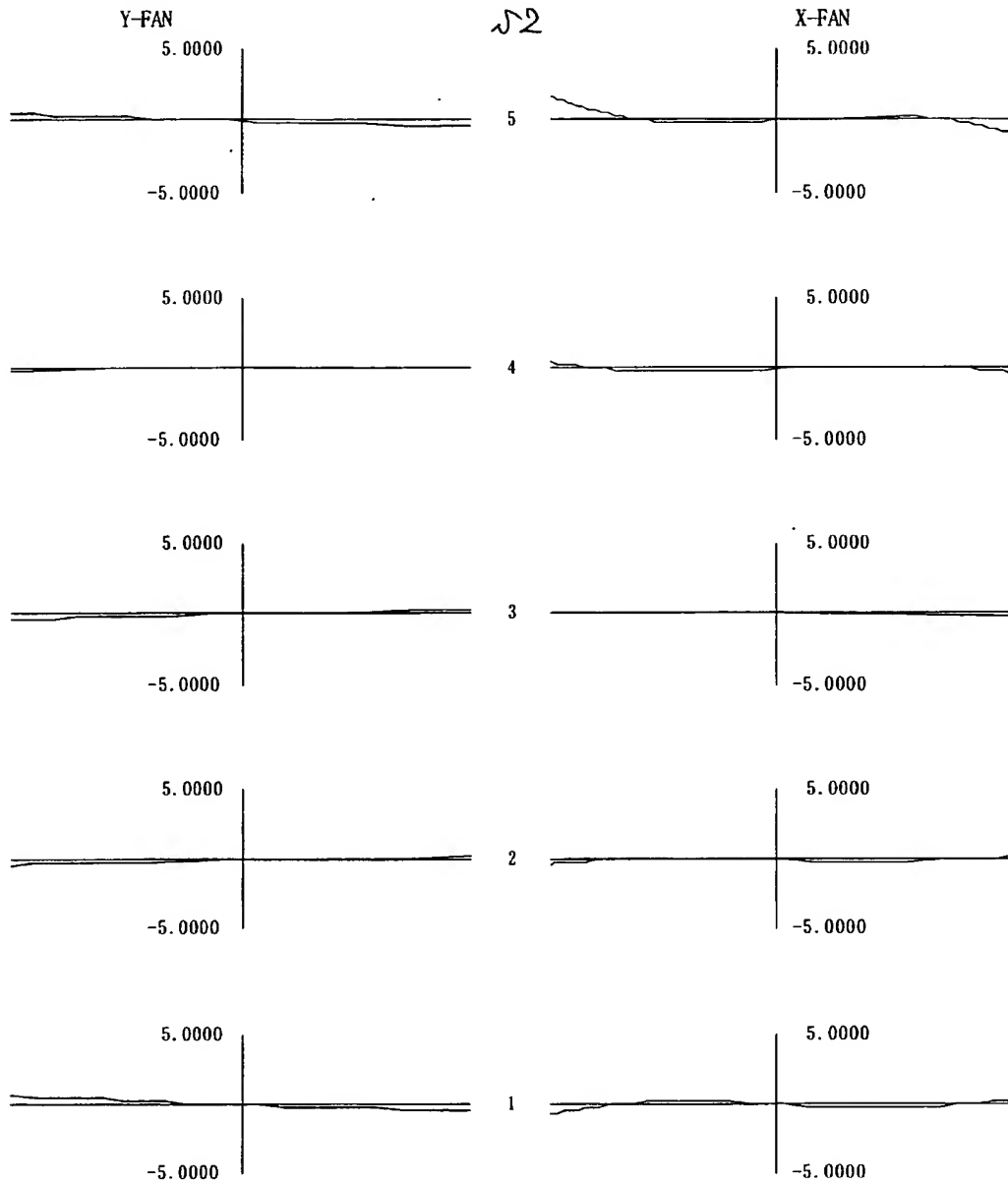


【図 16】

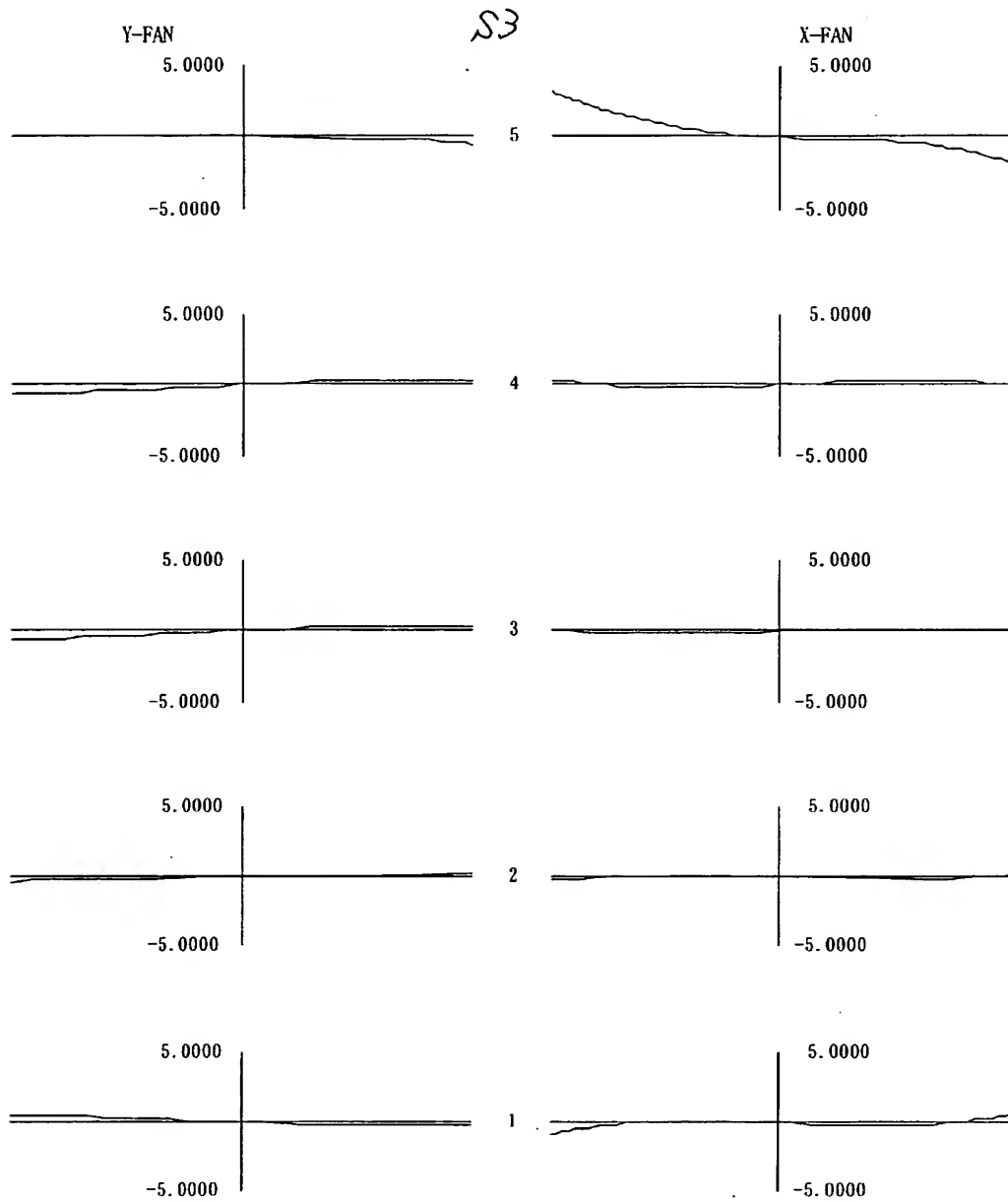
実施例2



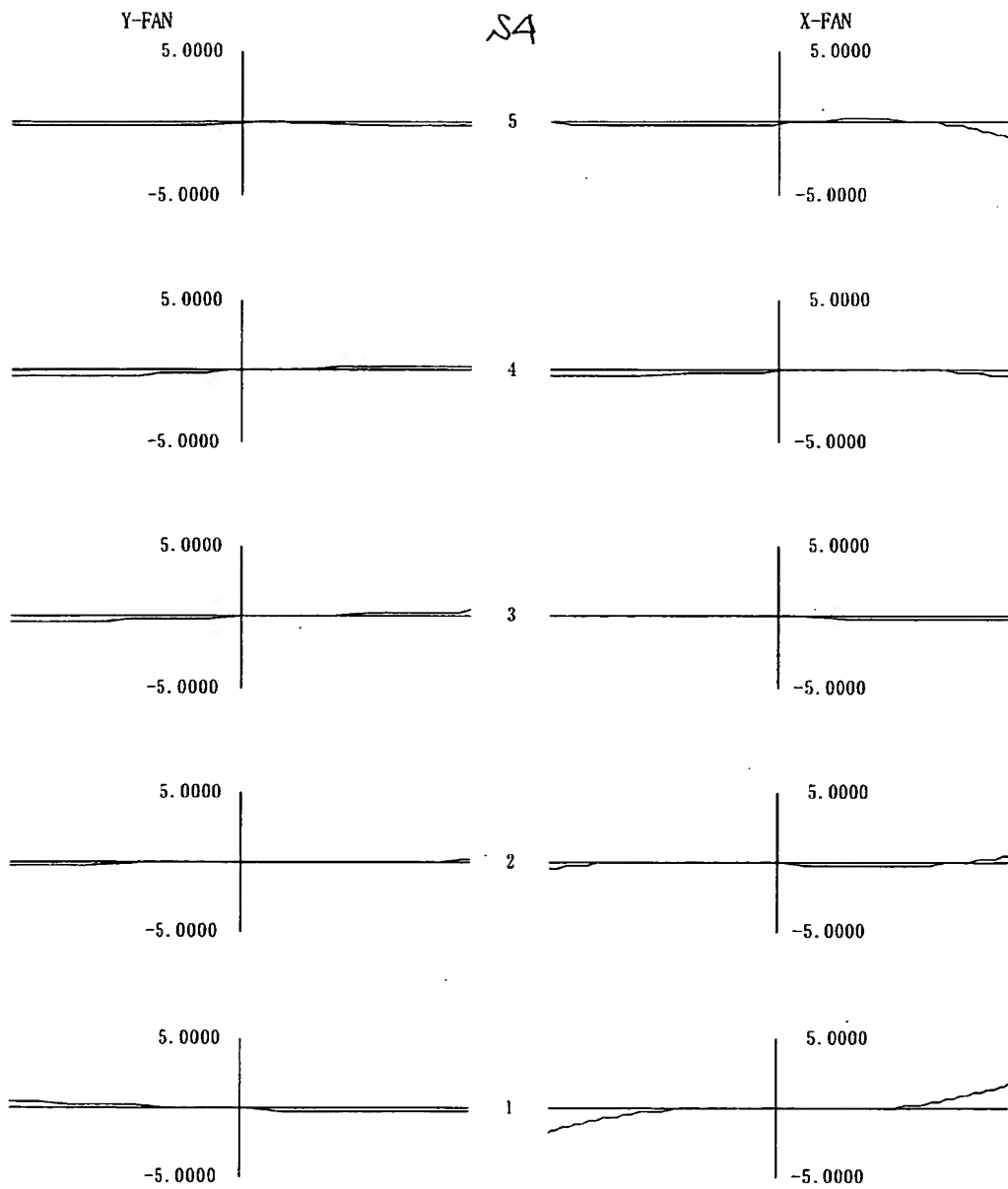
【図 17】



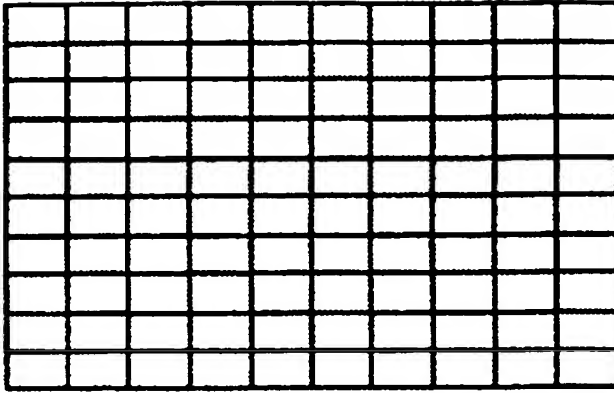
【図 18】



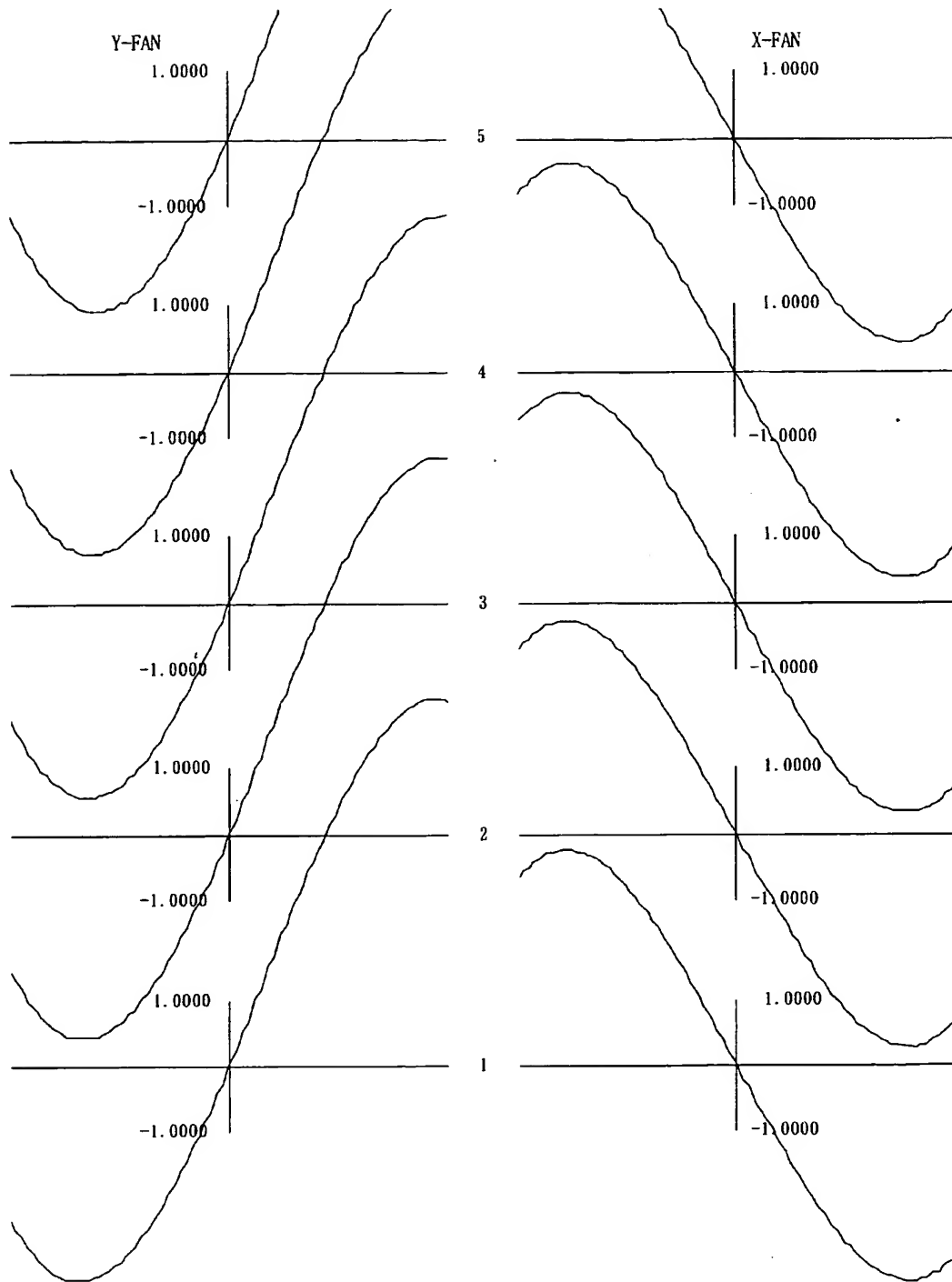
【図 19】



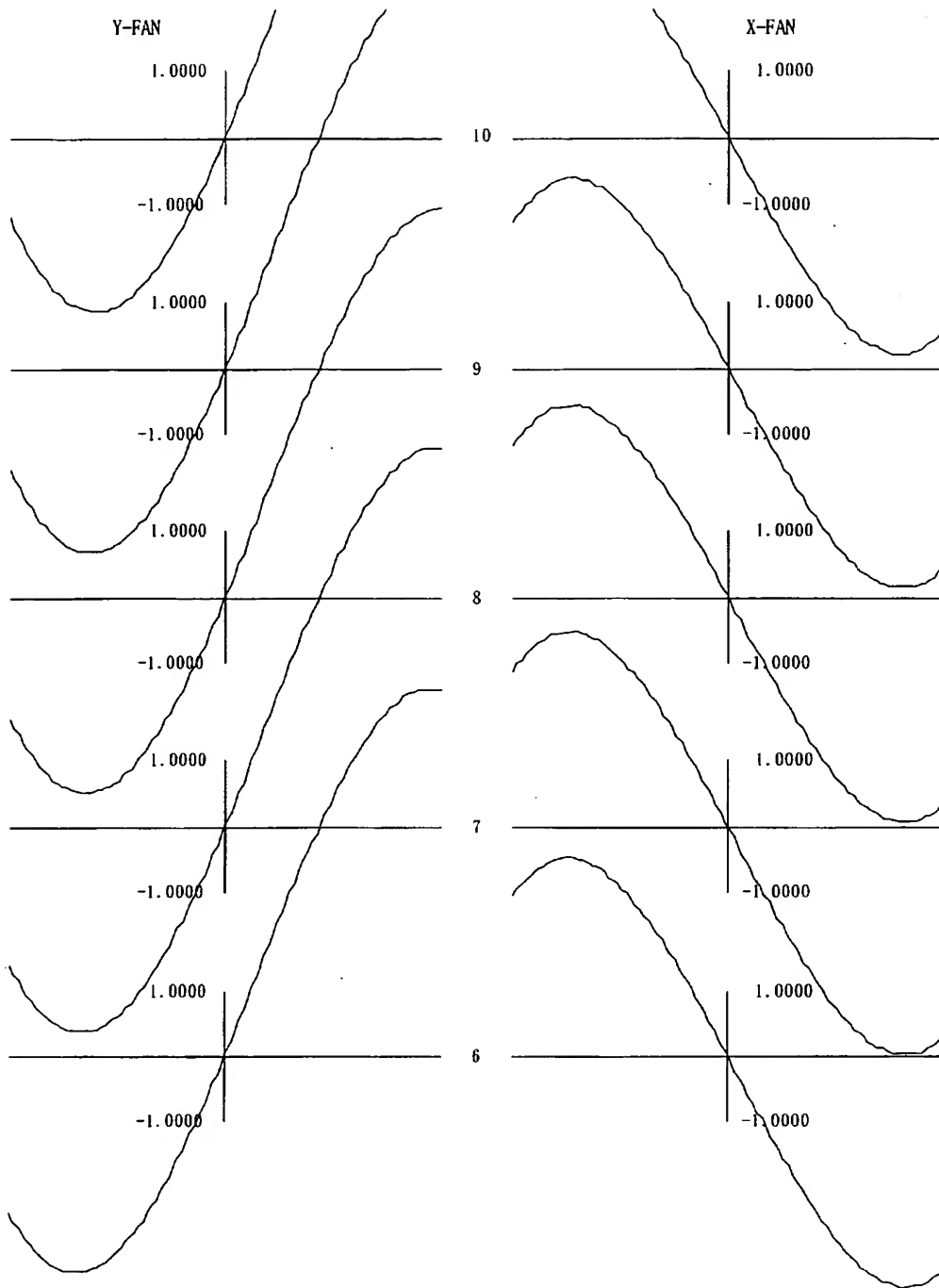
【図 2 0】



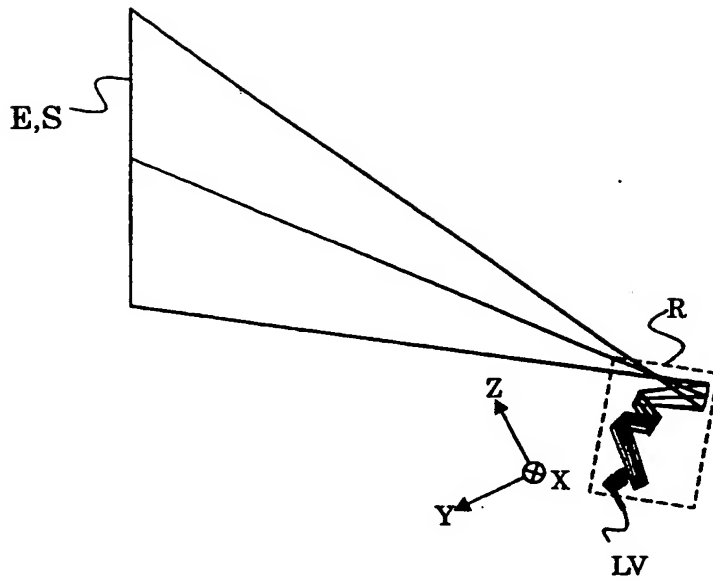
【図 21】



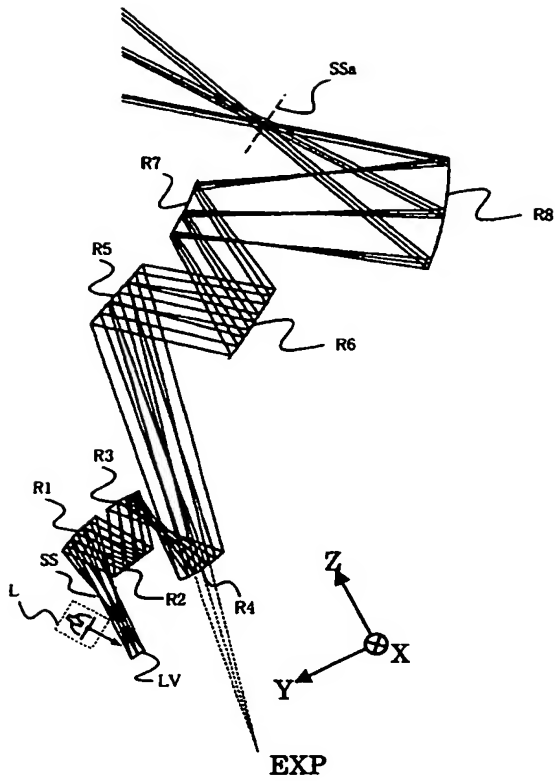
【図 22】



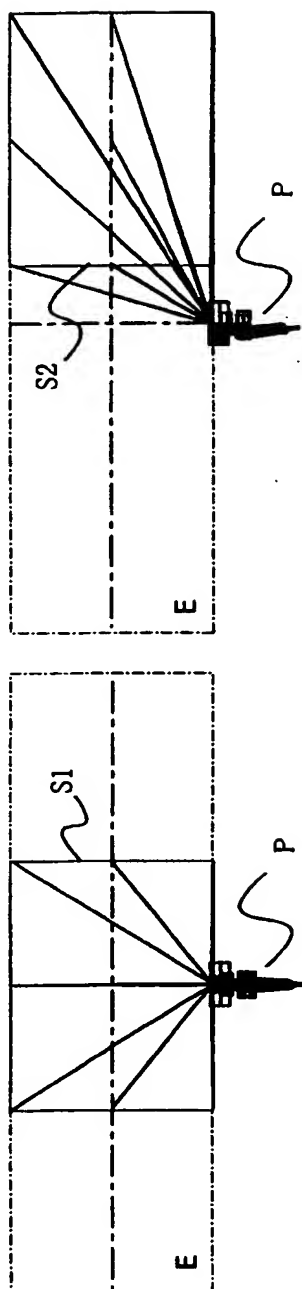
【図 23】



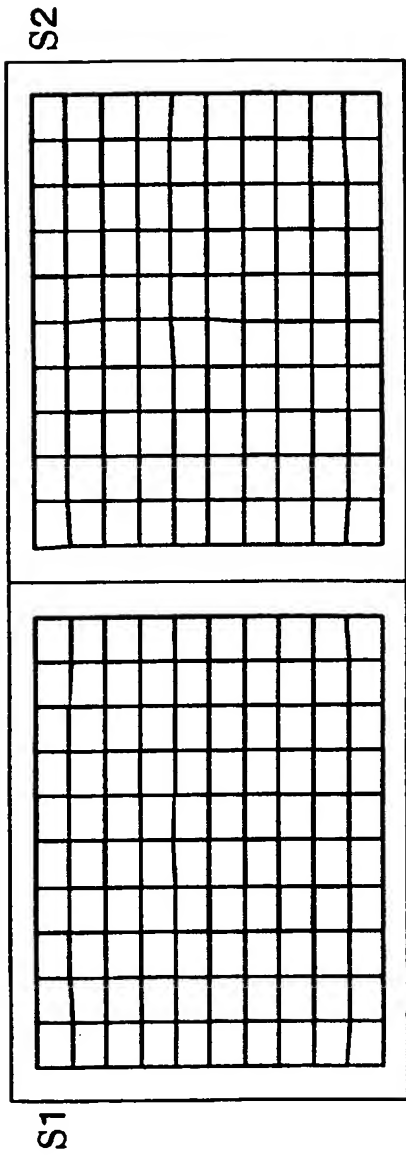
【図 24】



【図 25】



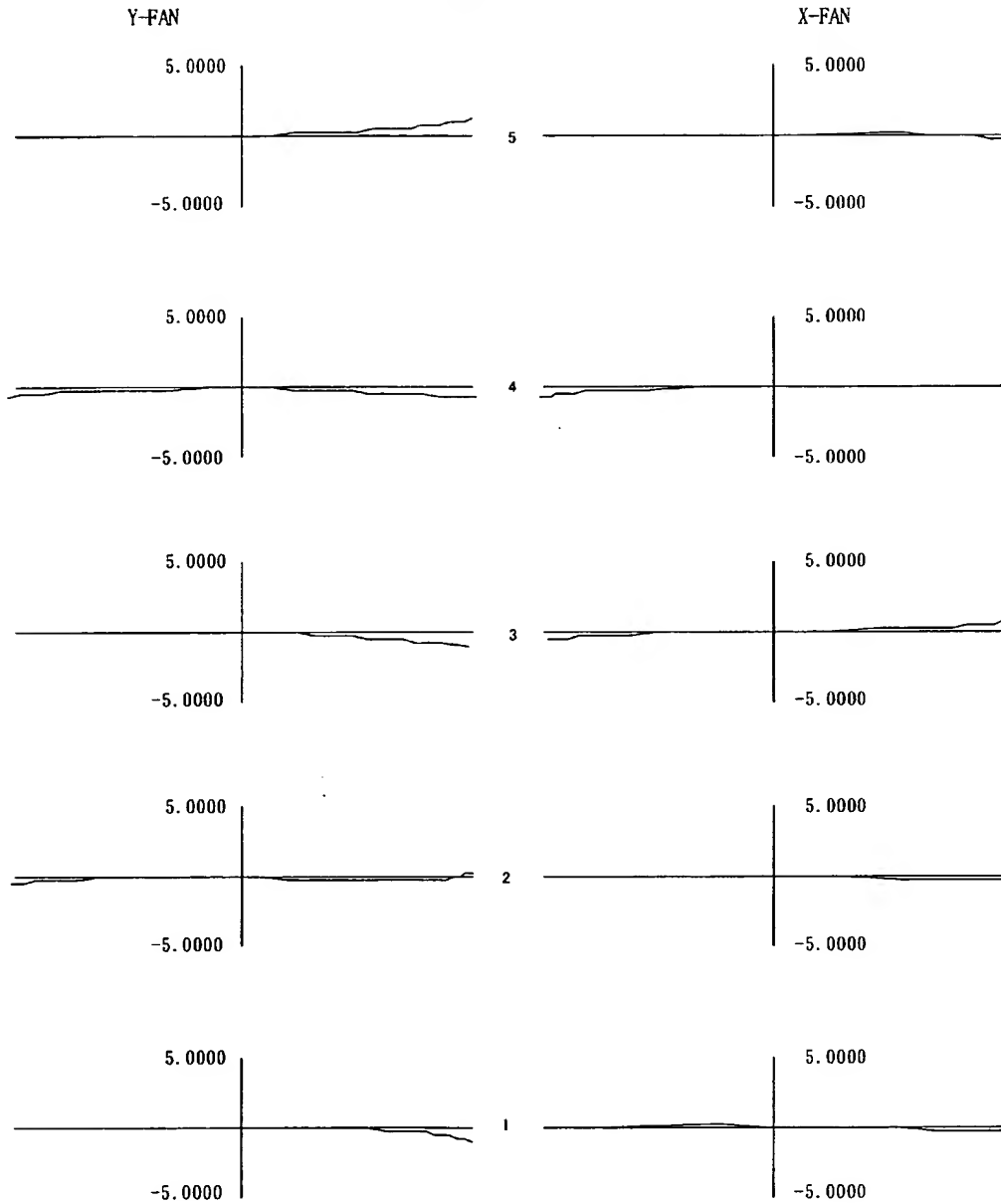
【図 2 6】



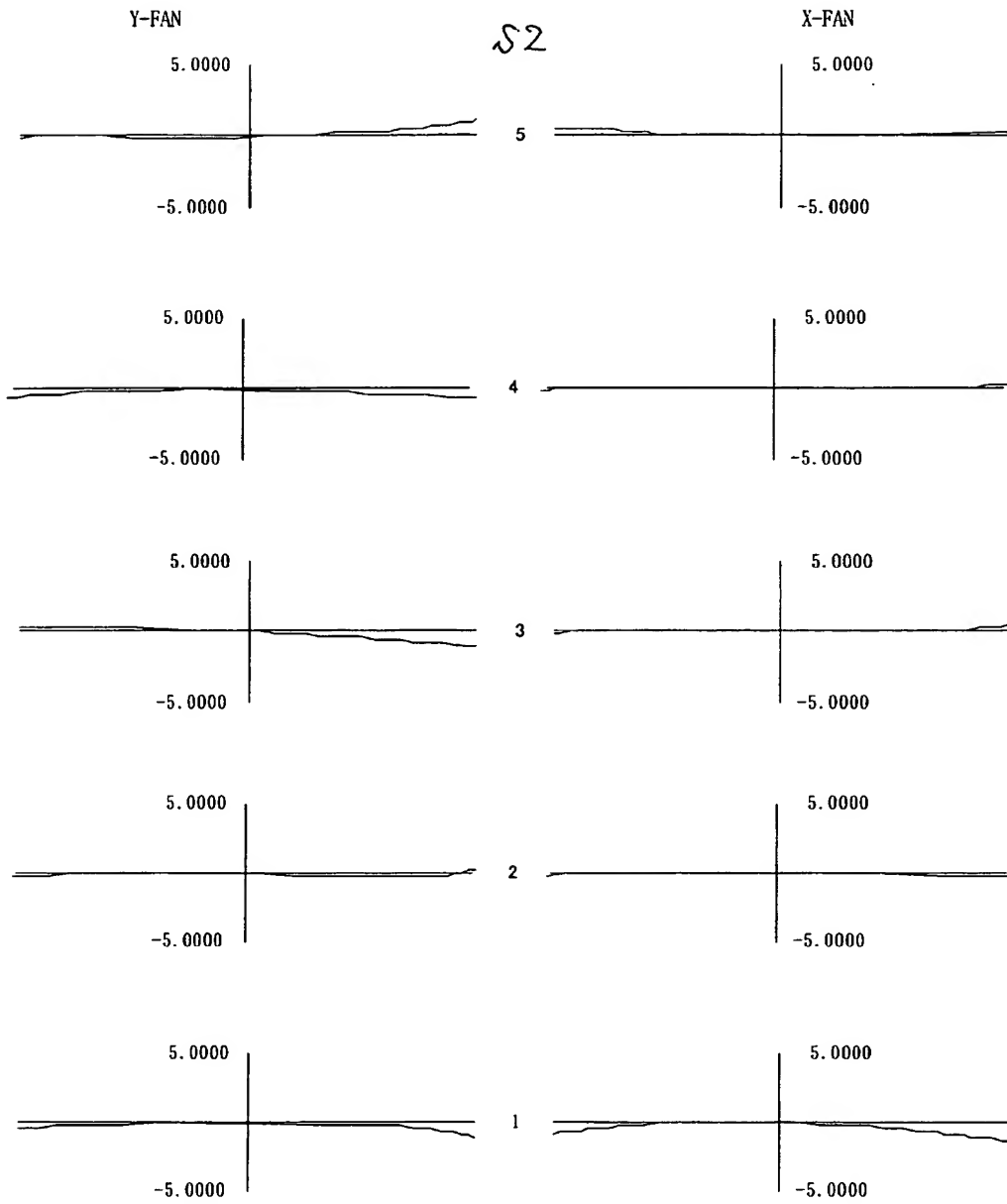
【図 27】

実施例3

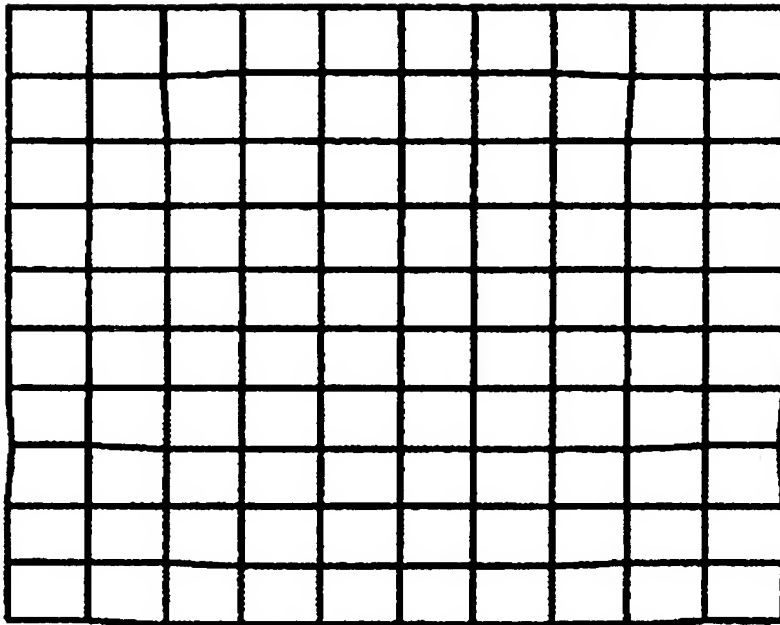
$\delta 1$



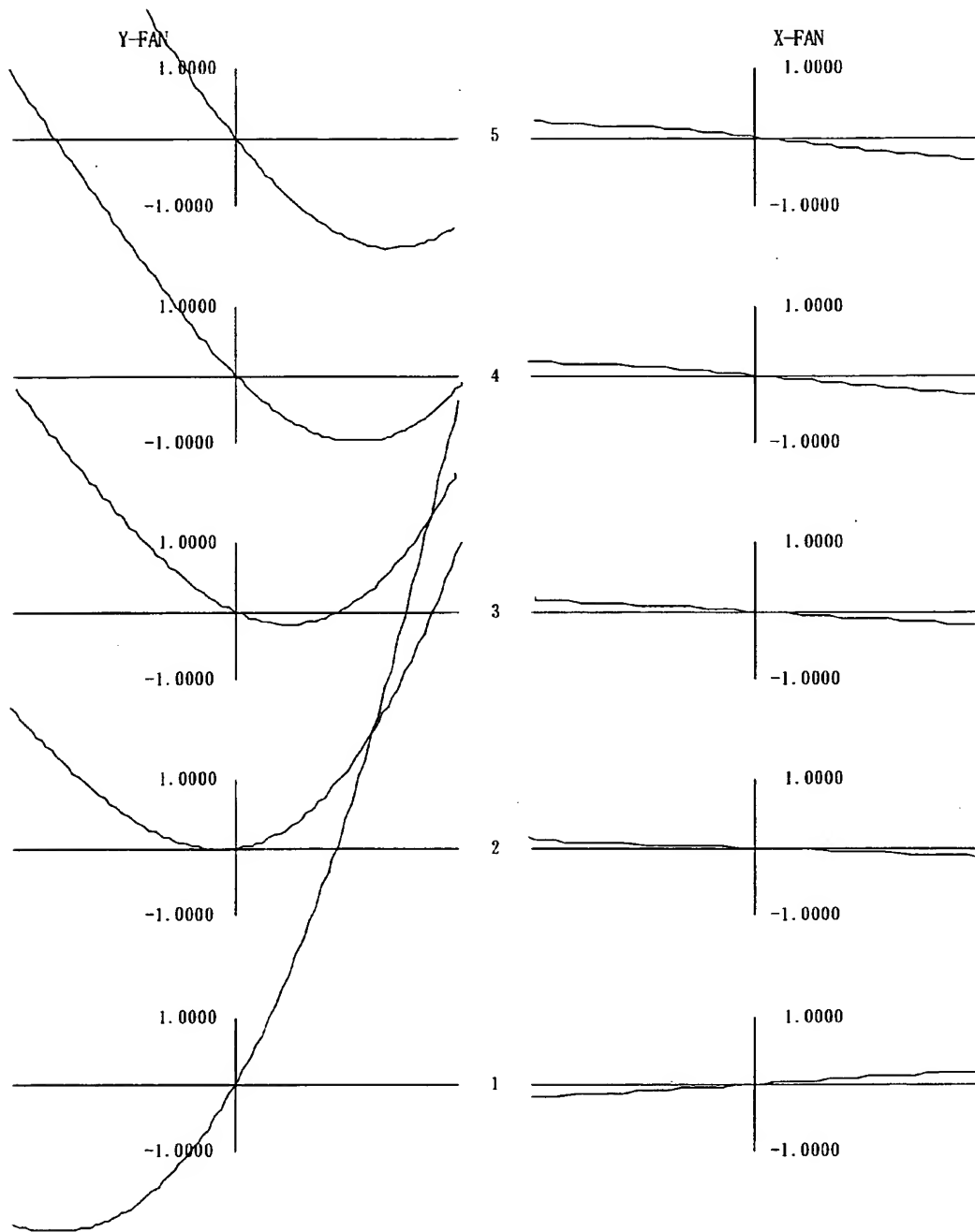
【図 28】



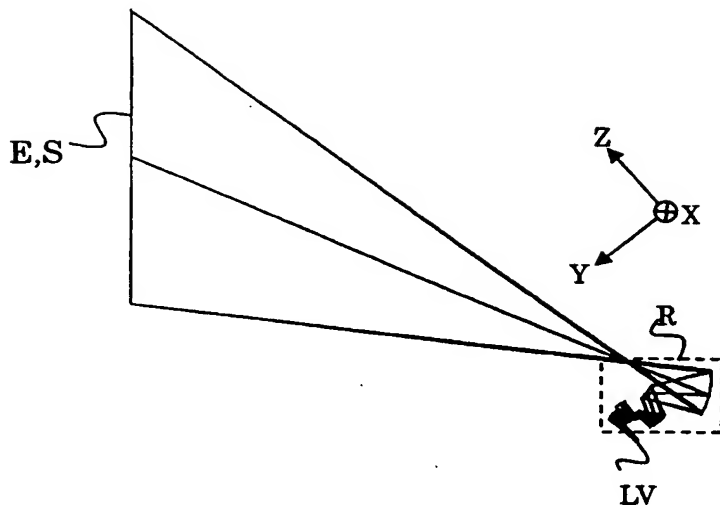
【図 2 9】



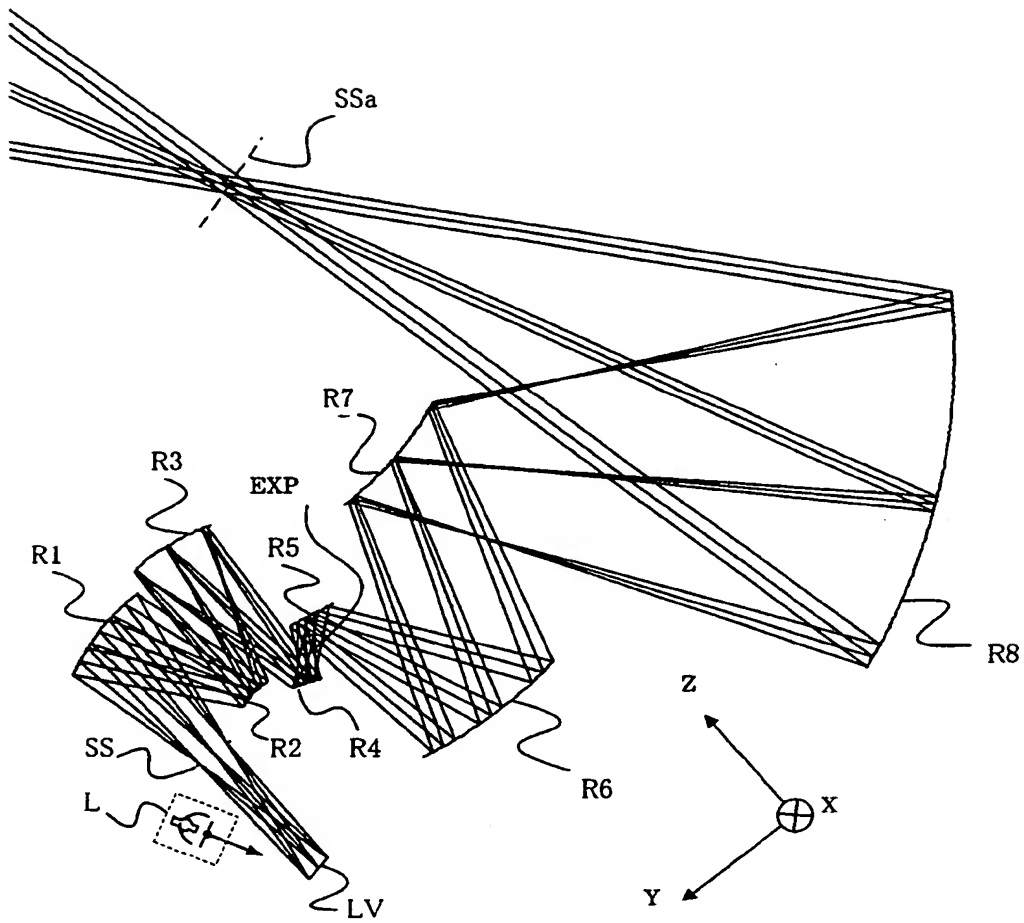
【図 30】



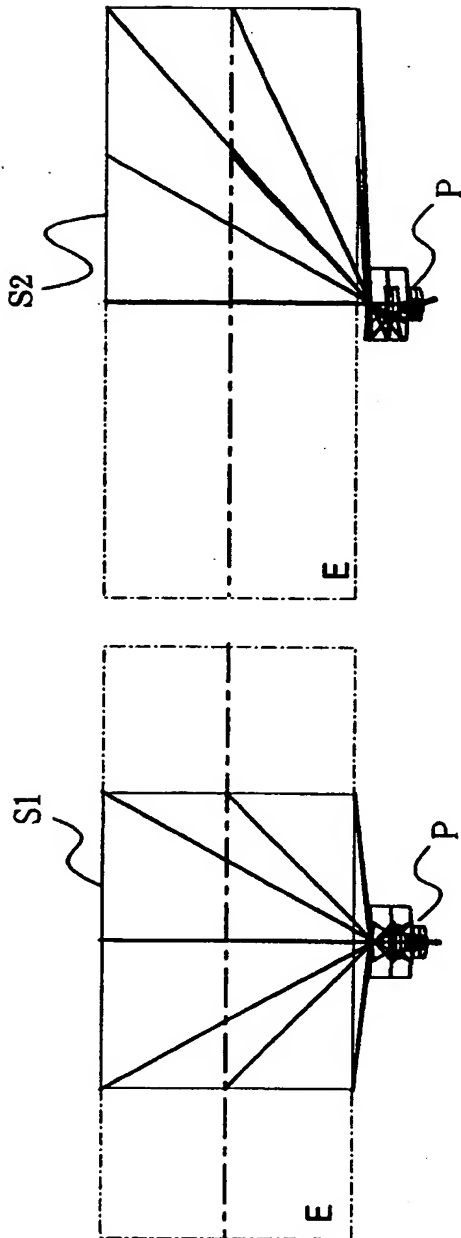
【図 31】



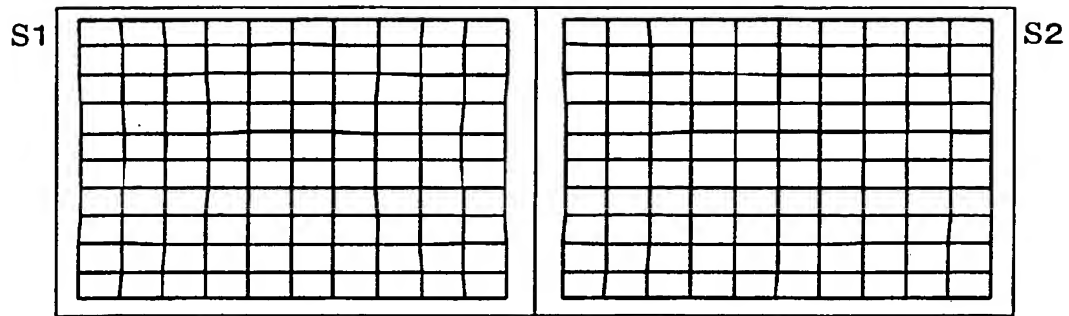
【図 32】



【図 33】

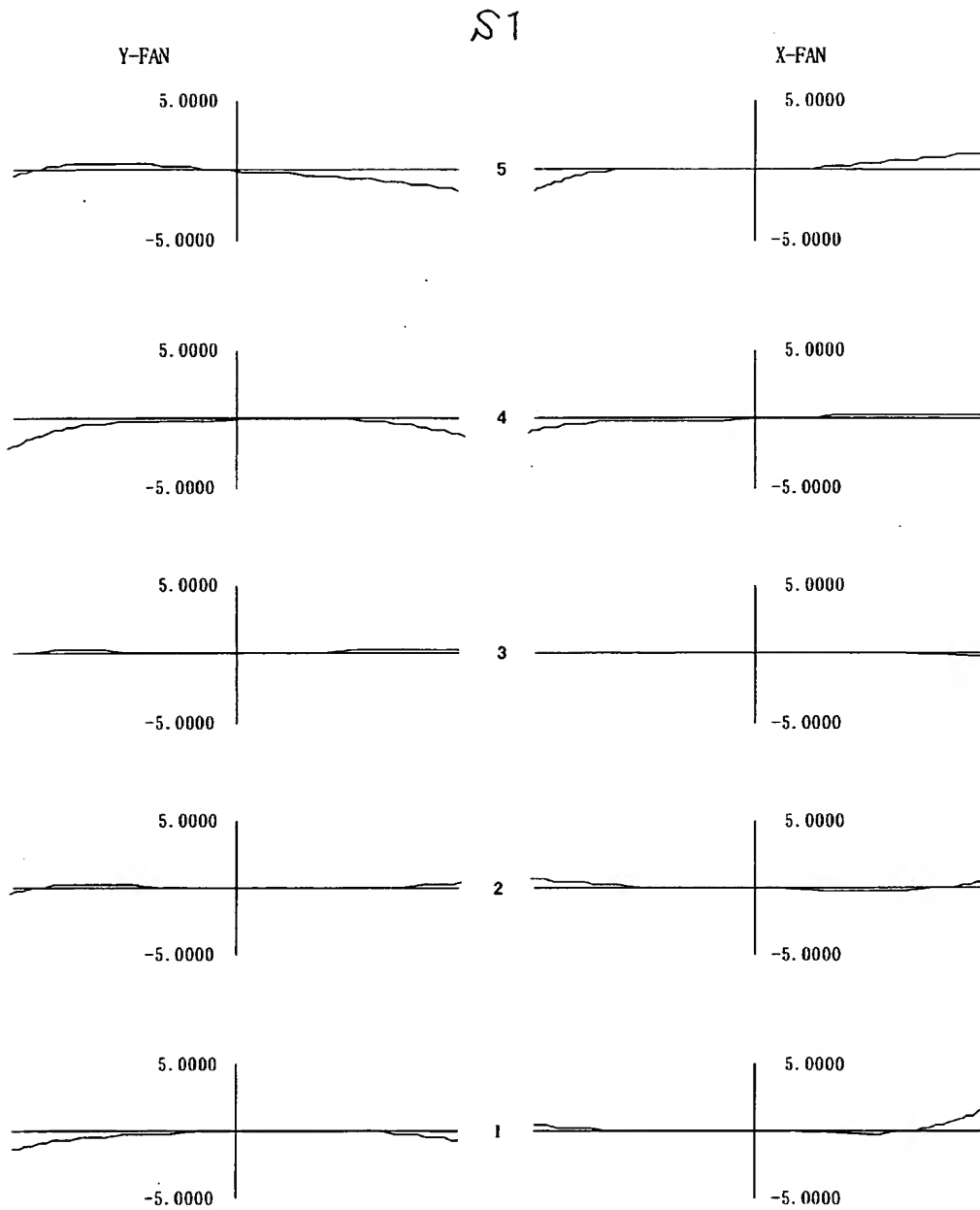


【図 3 4】

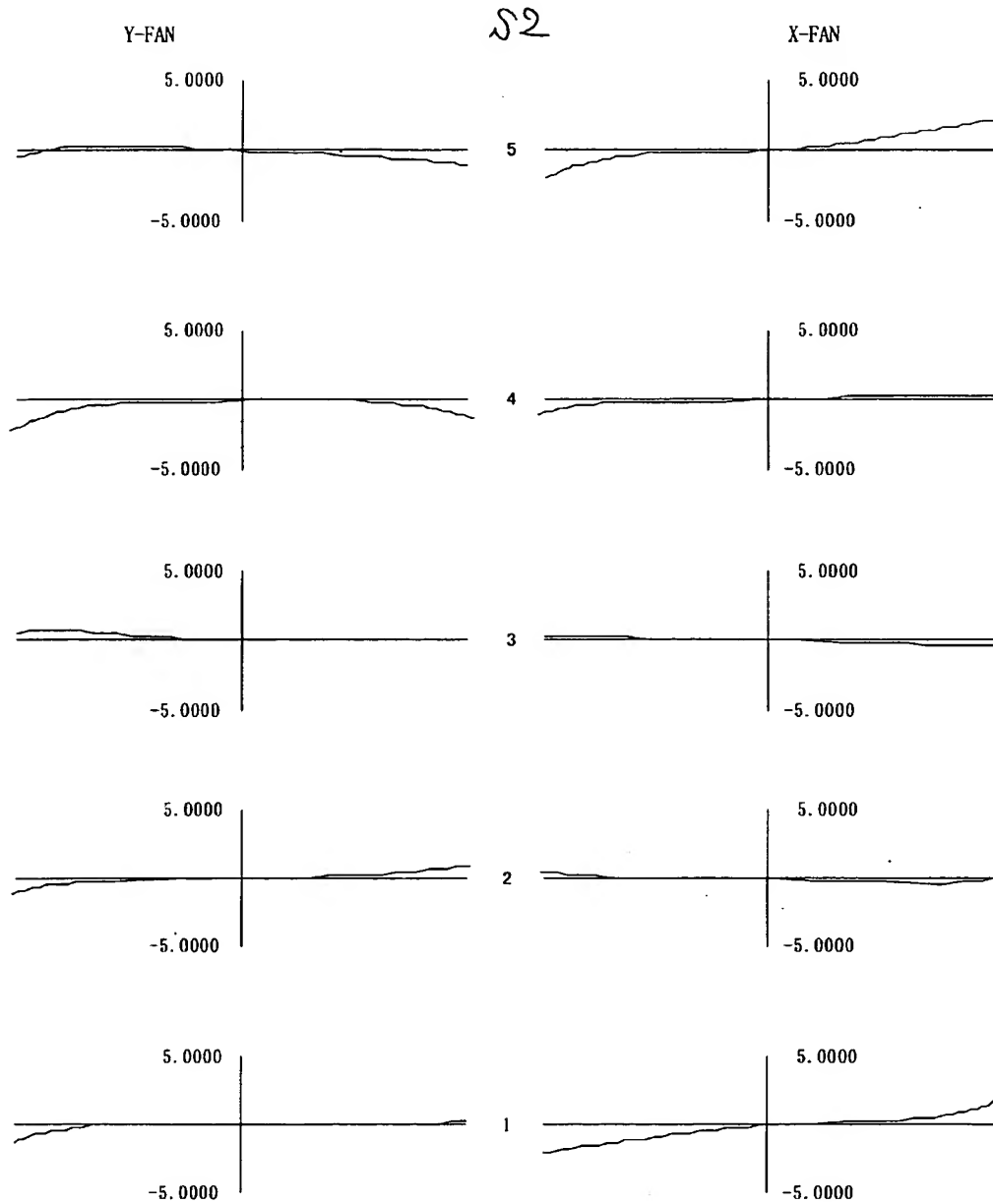


【図 35】

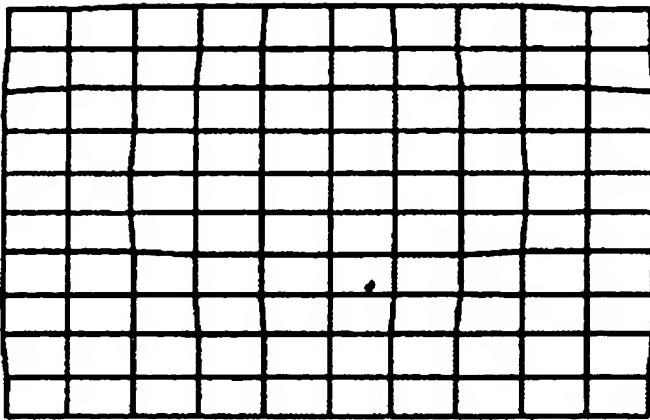
実施例4



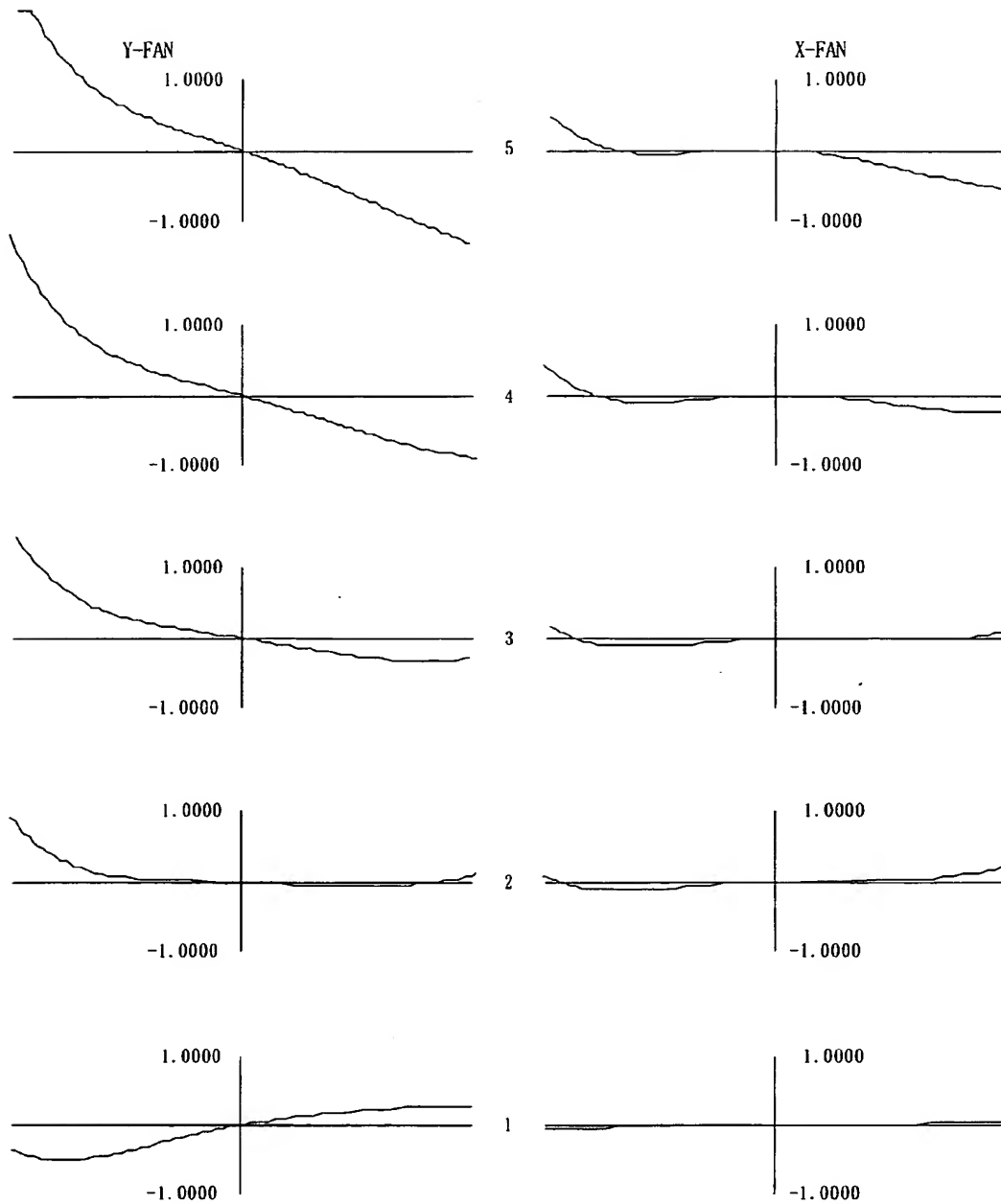
【図 36】



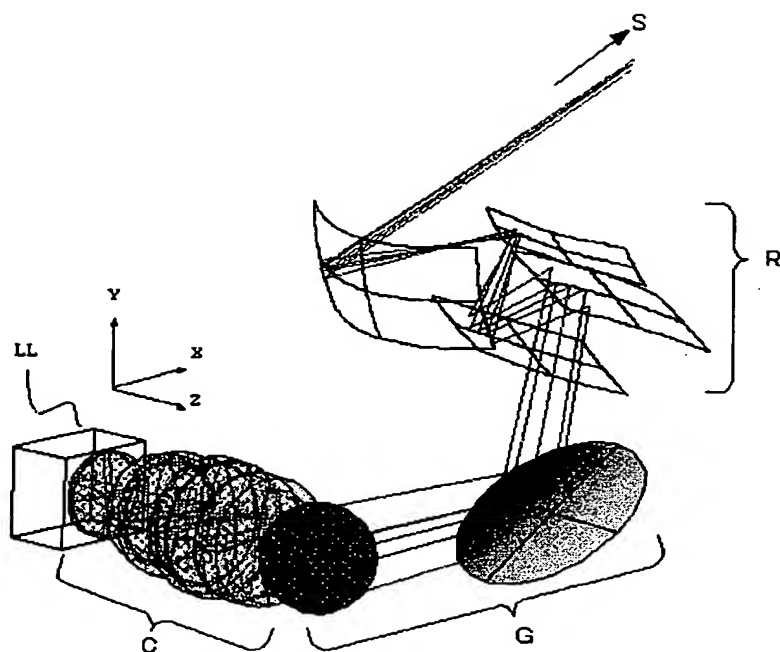
【図 37】



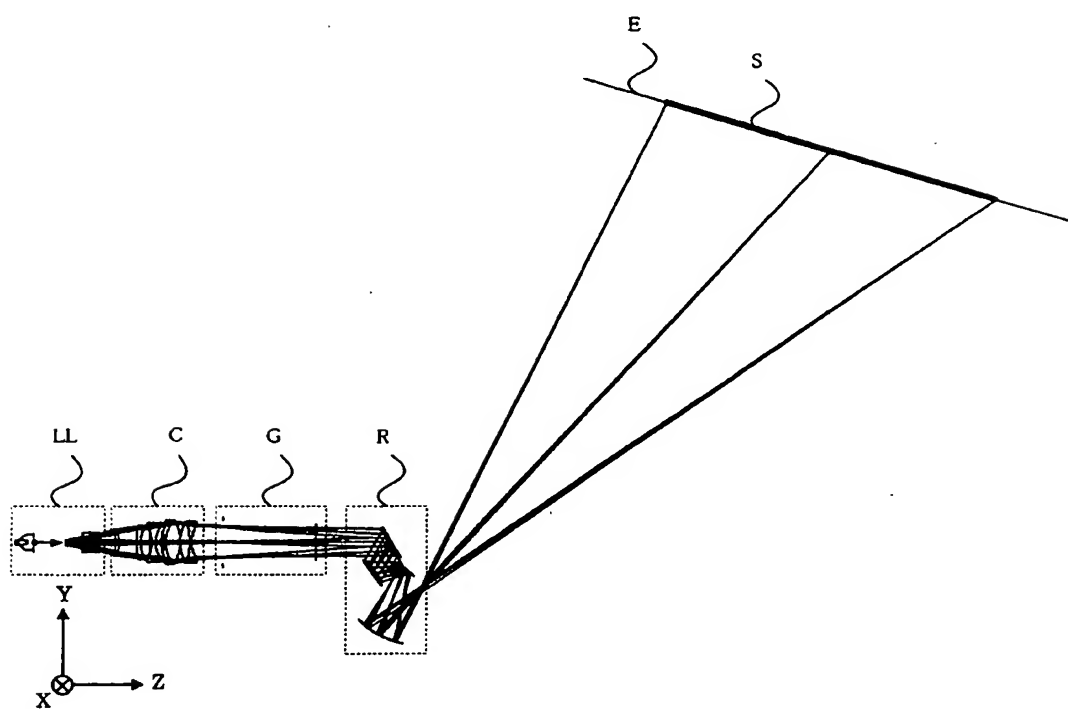
【図 38】



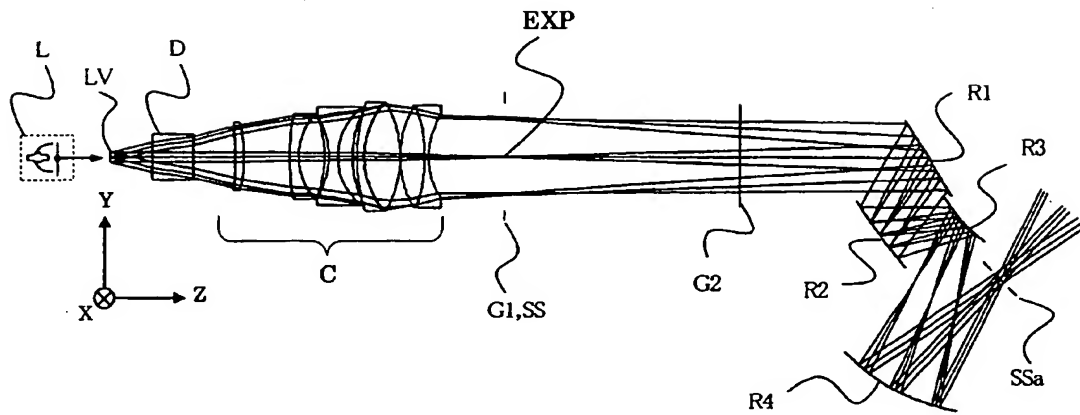
【図 39】



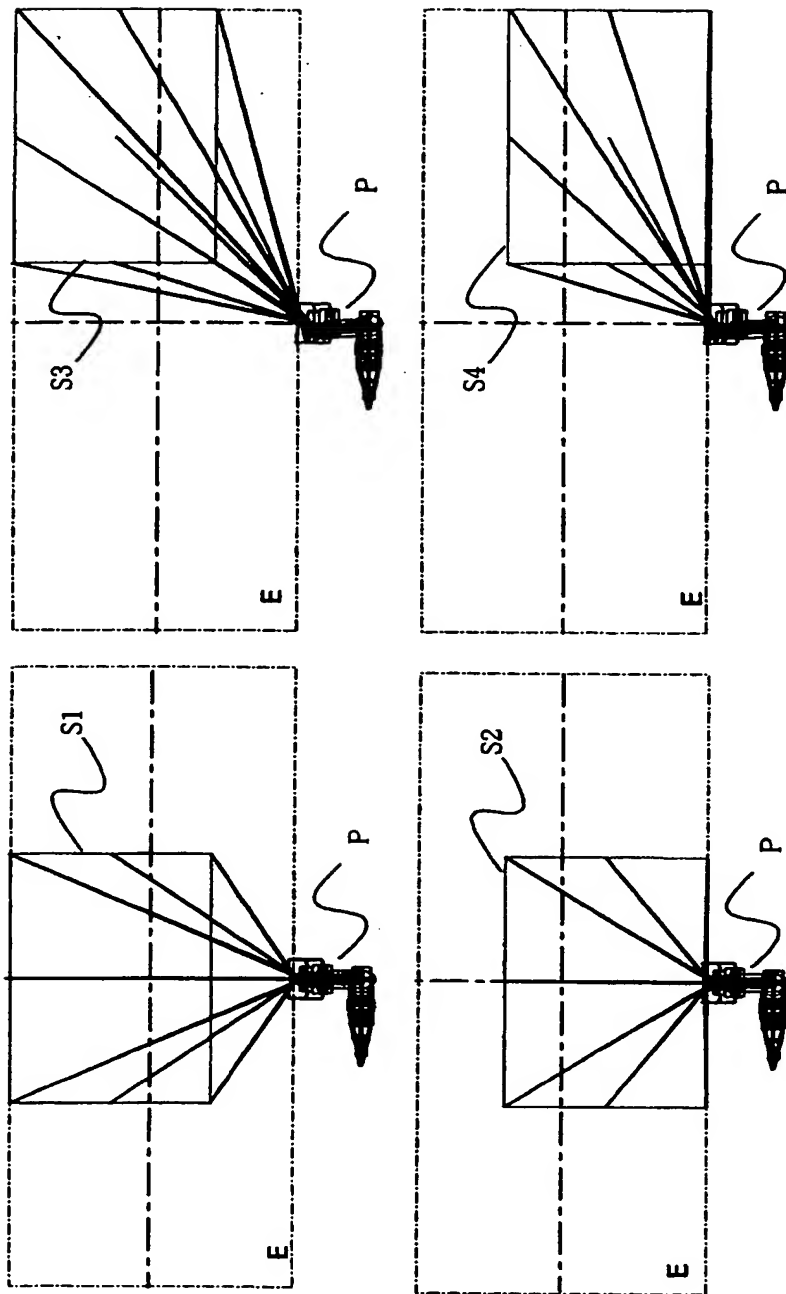
【図 40】



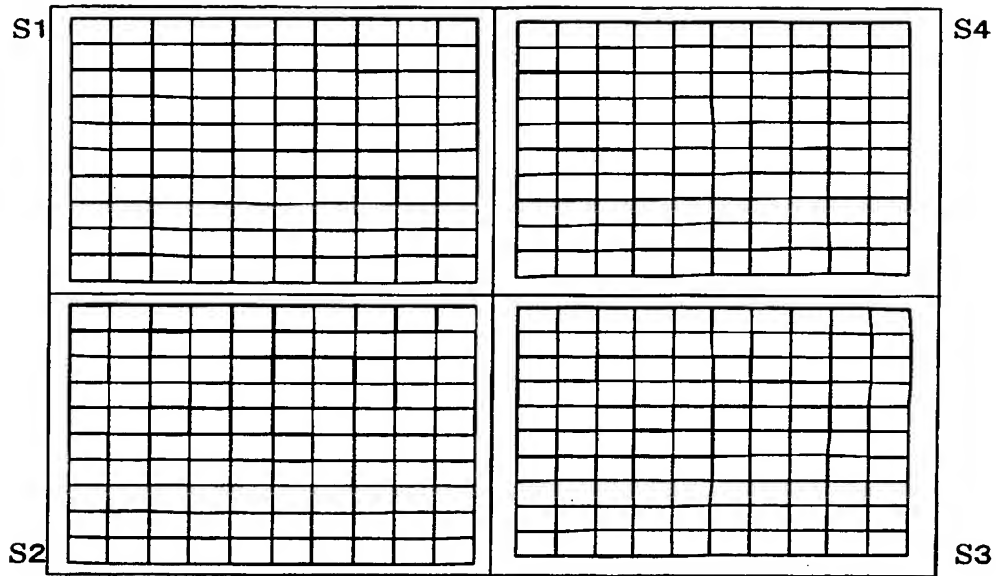
【図 41】



【図 4 2】

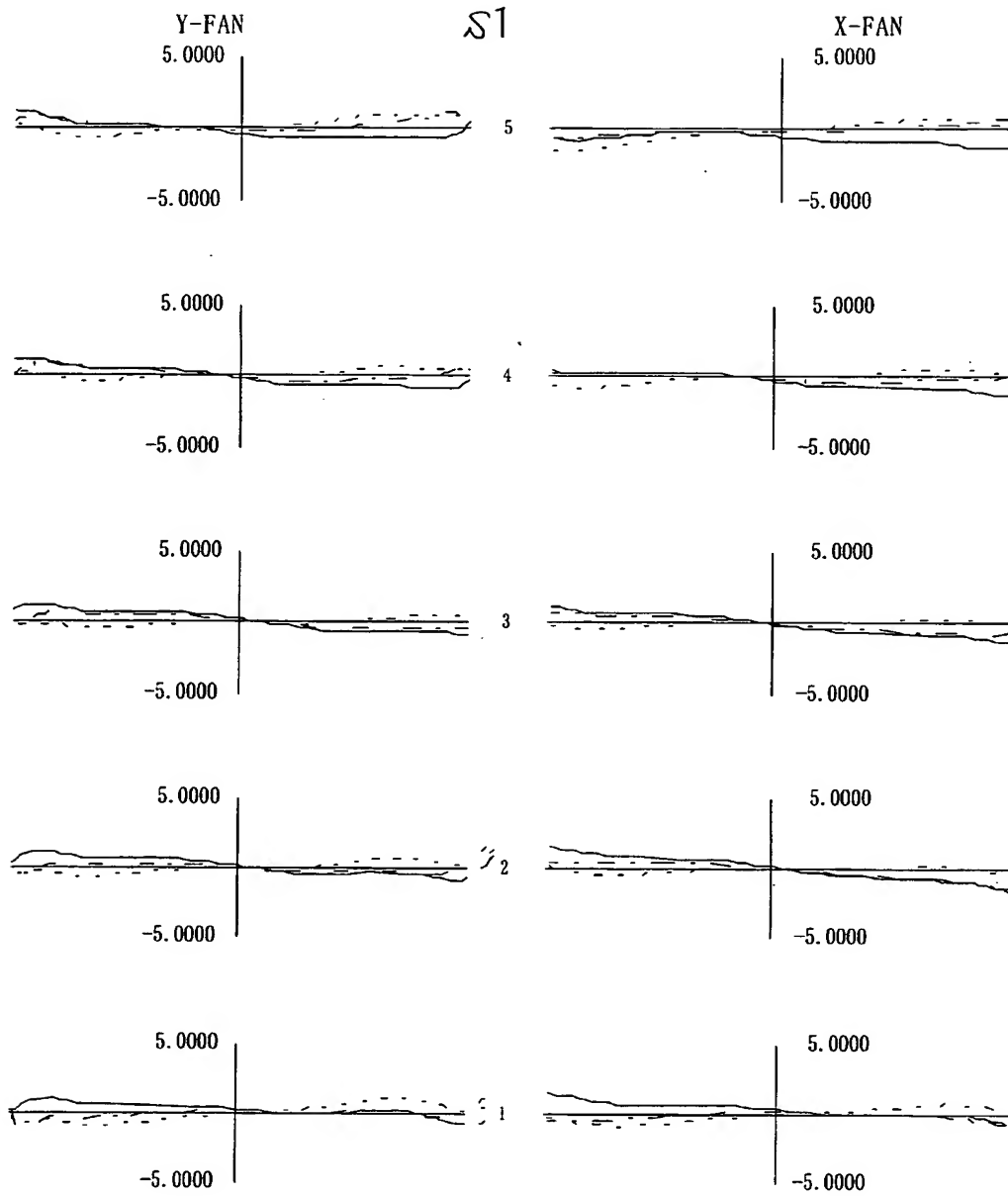


【図 43】

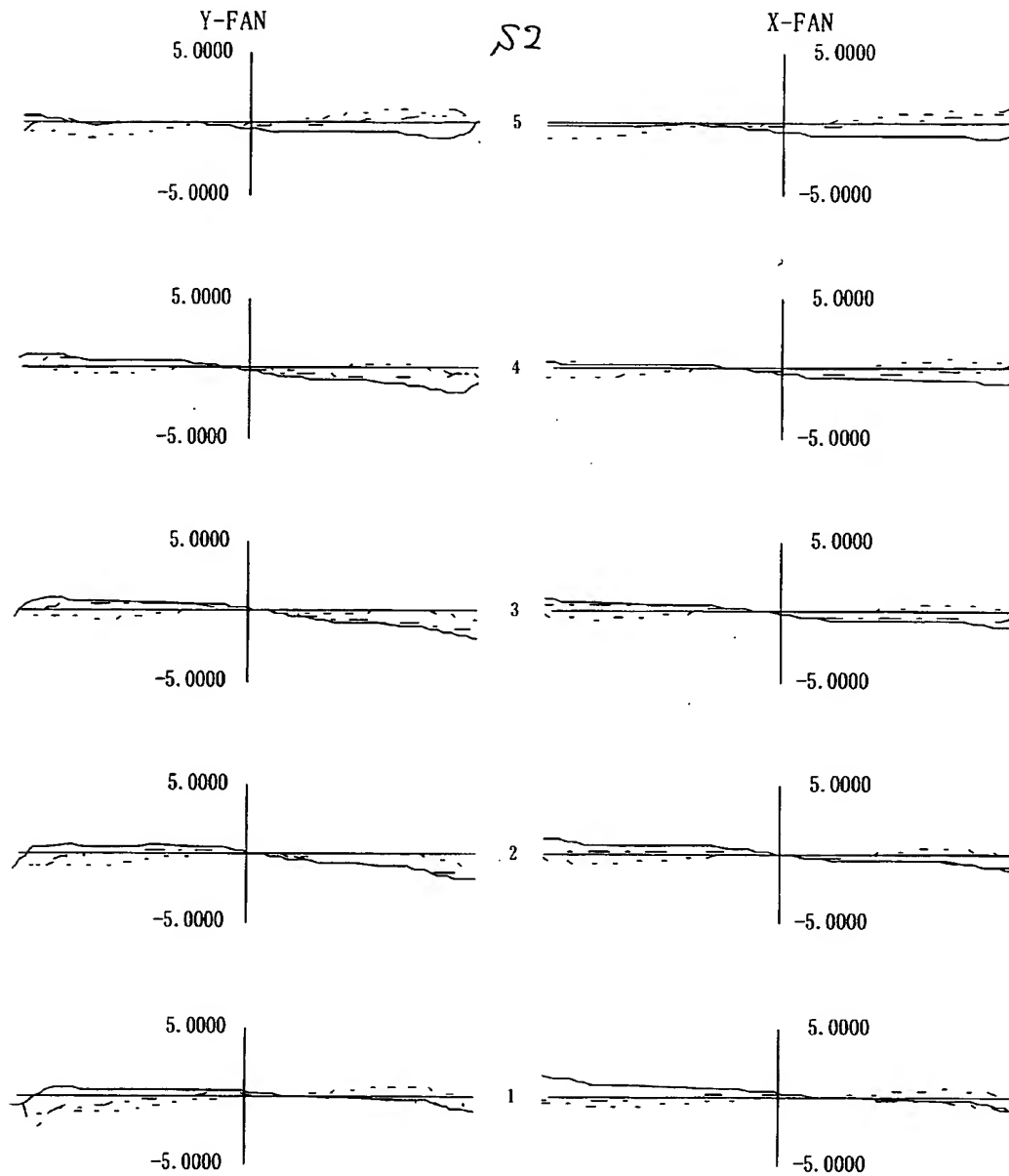


【図 4 4】

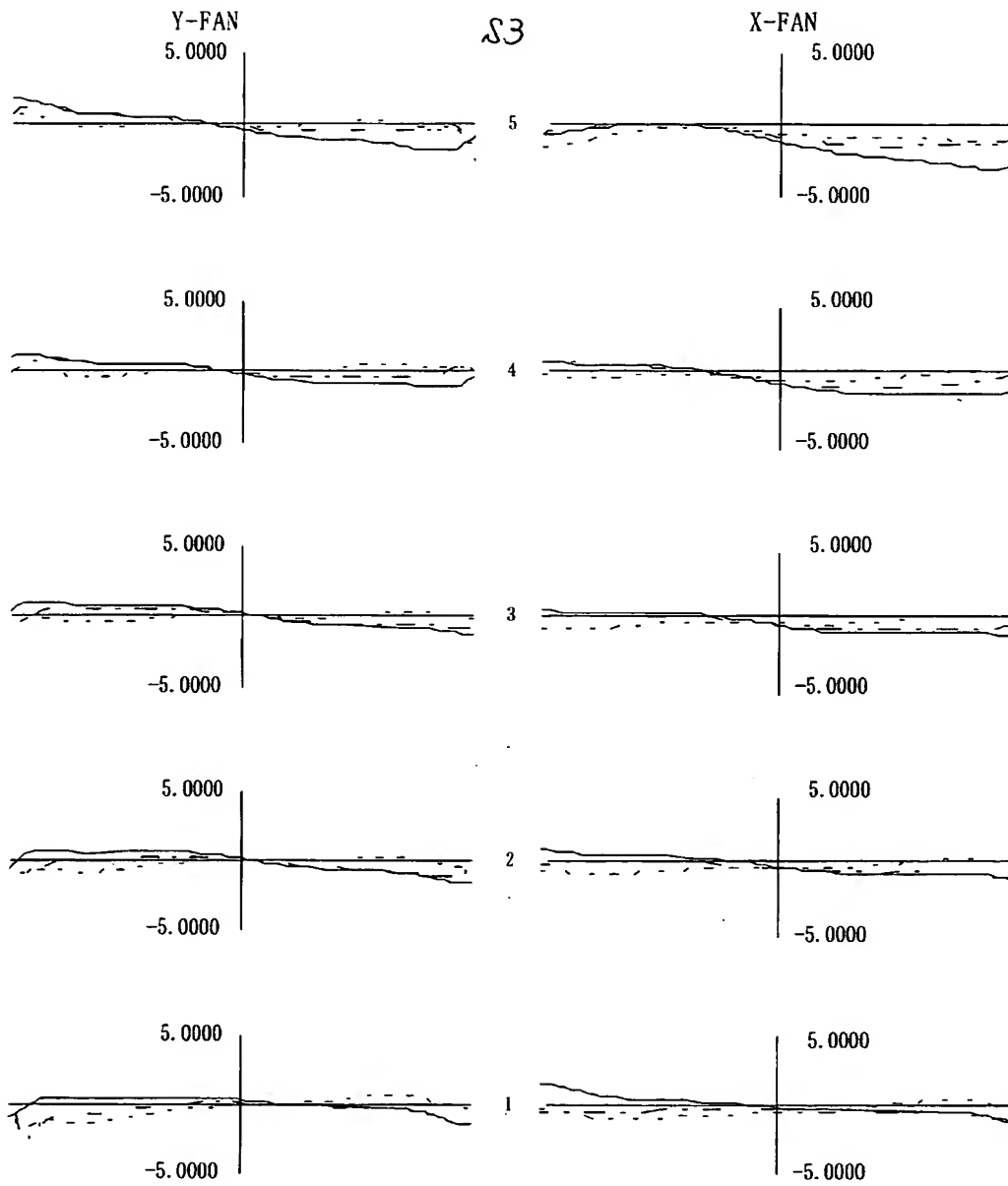
実施例5



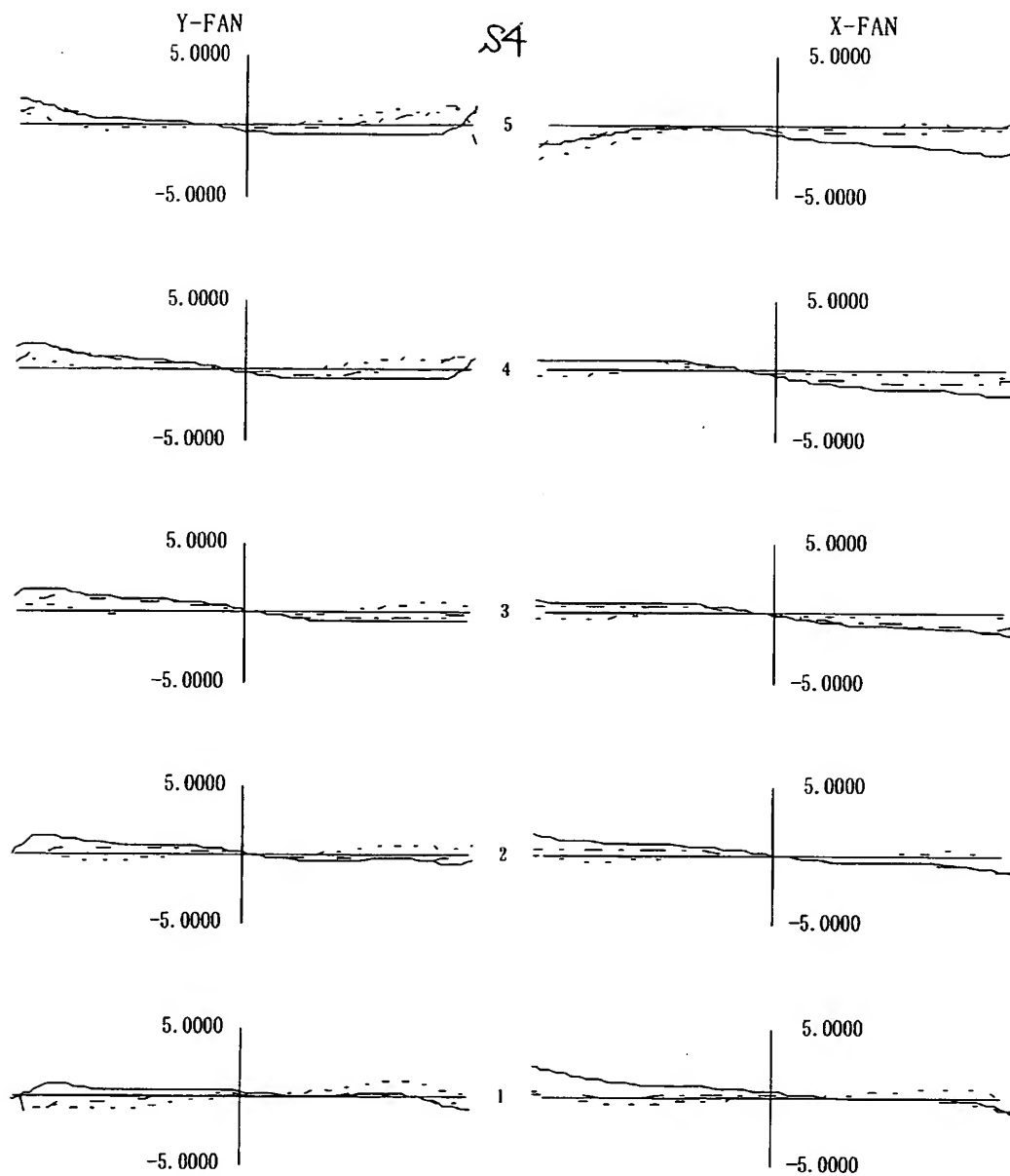
【図 45】



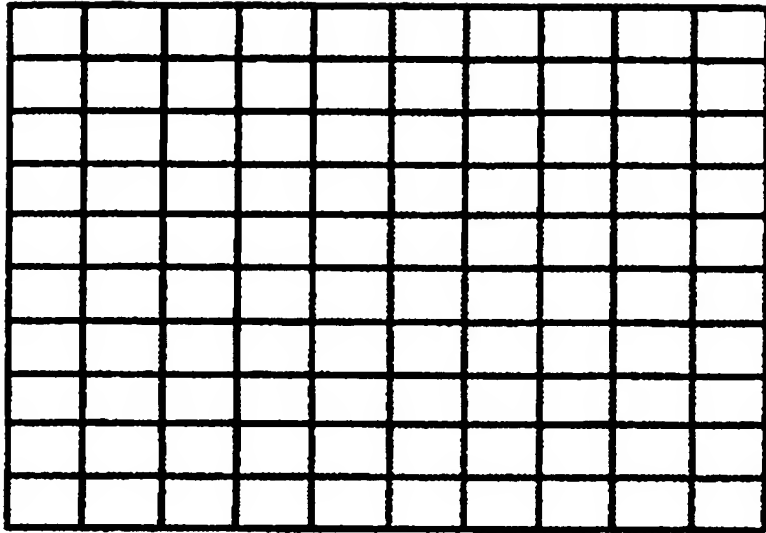
【図 46】



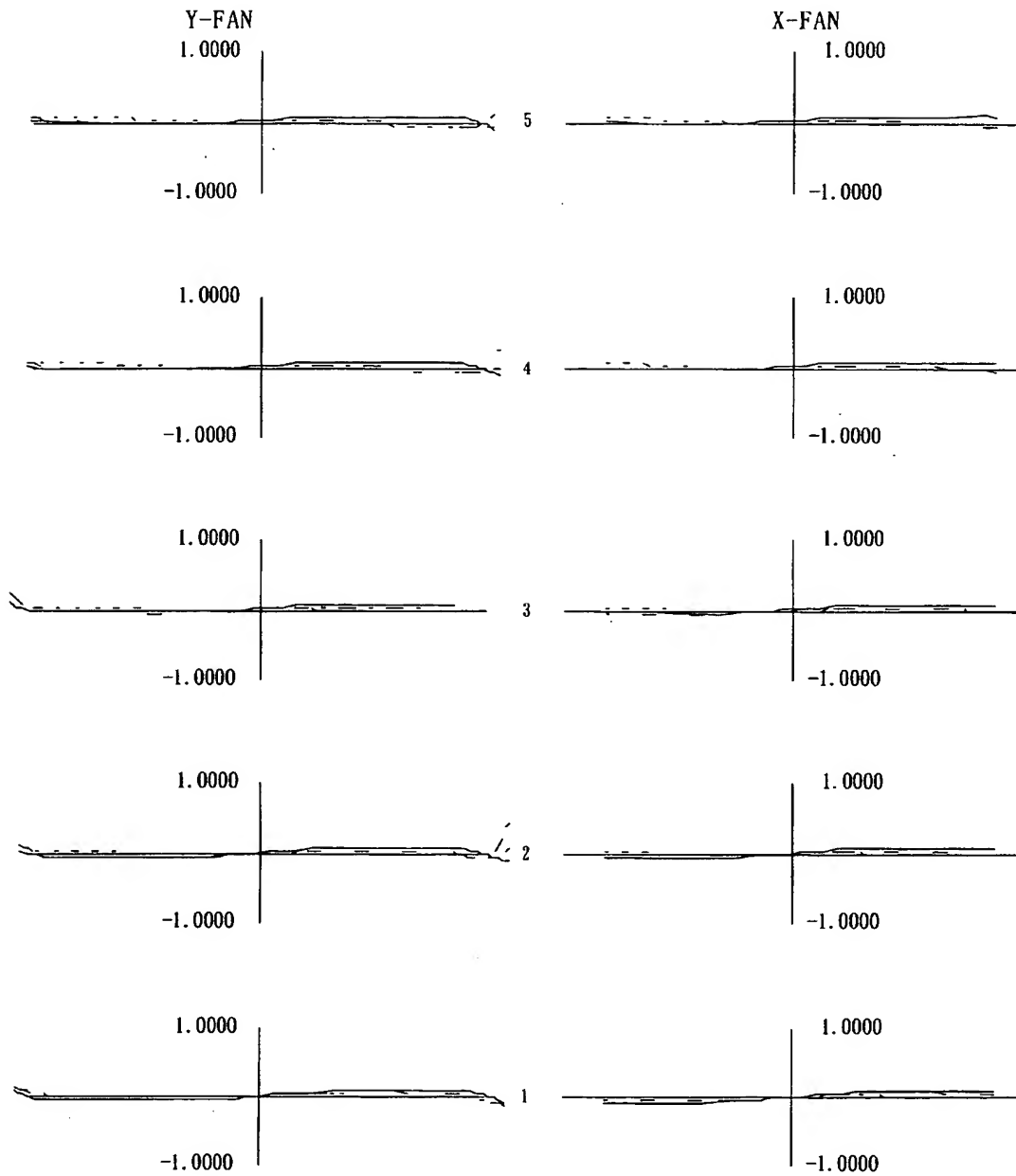
【図 47】



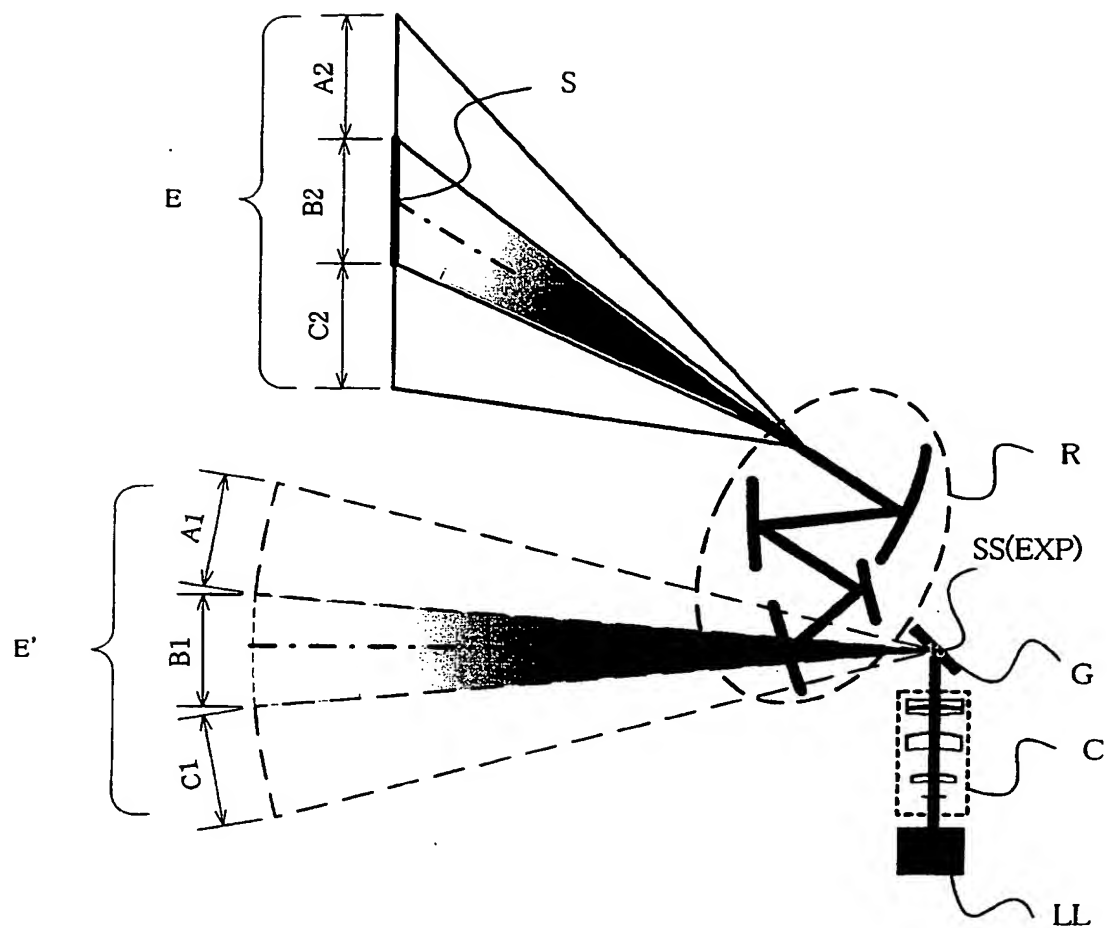
【図 48】



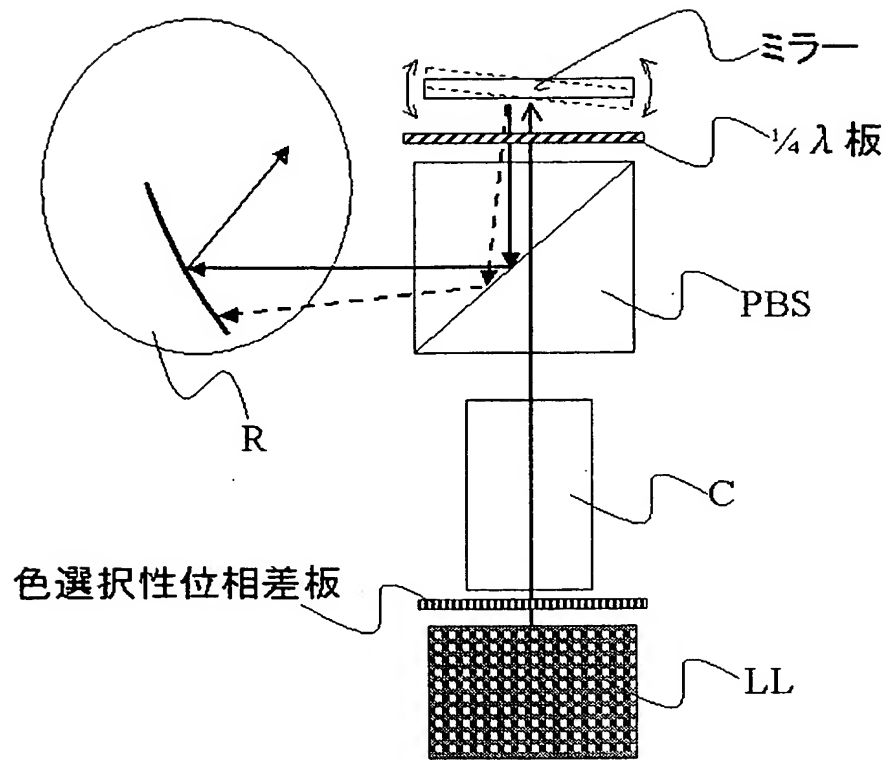
【図 49】



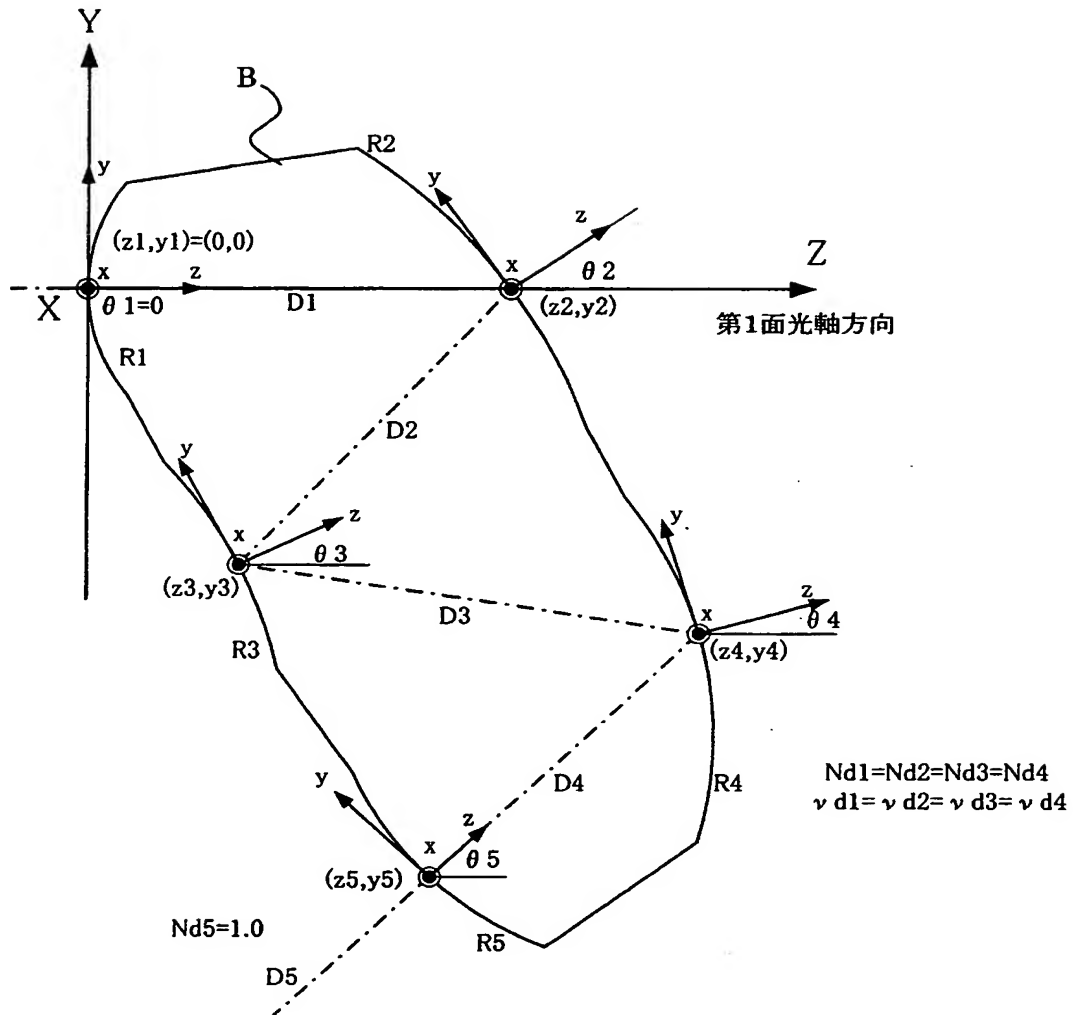
【図 50】



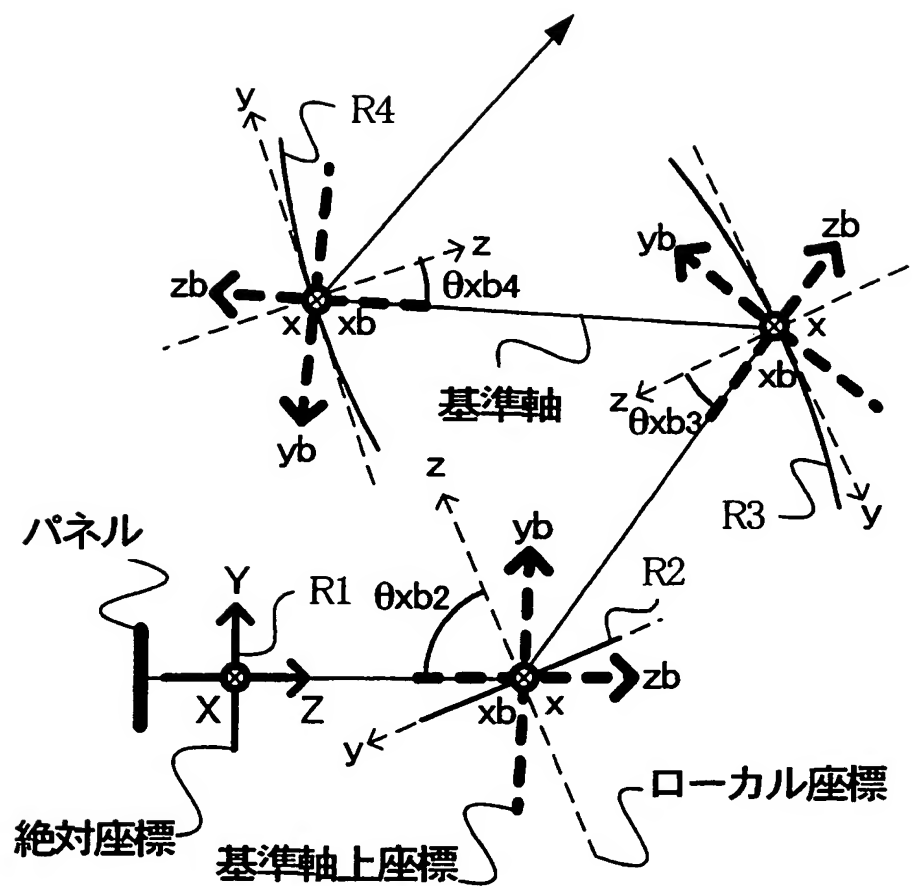
【図 51】



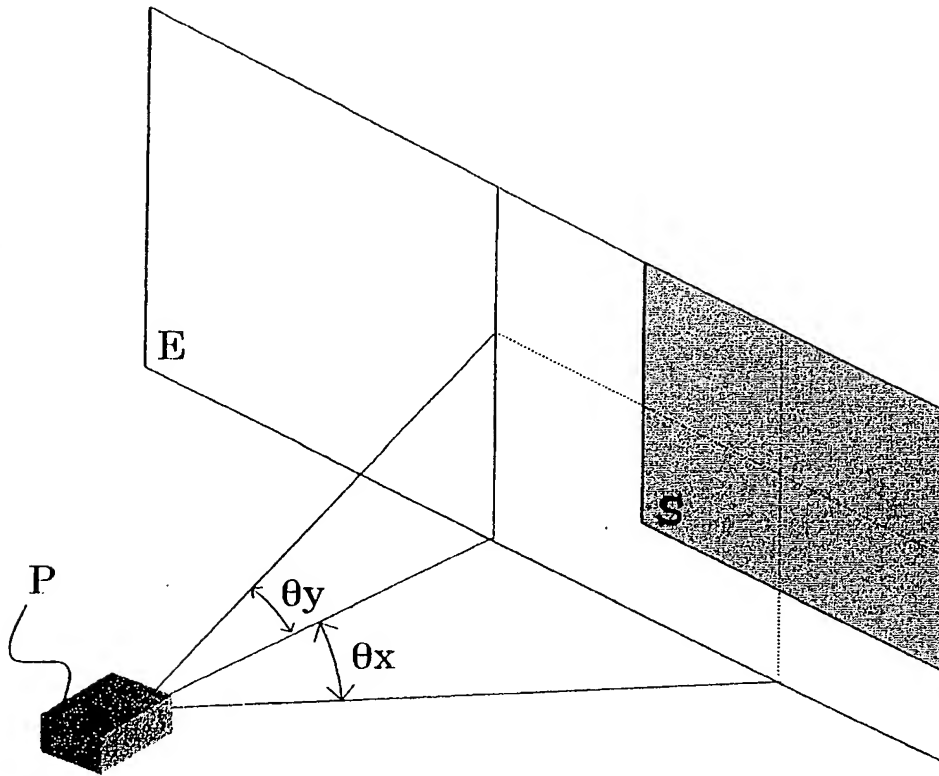
【図 5 2】



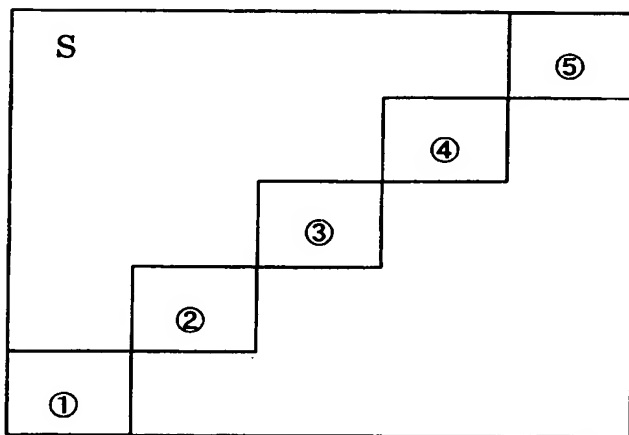
【図 53】



【図 54】



【図 55】



【図 56】

| | | | |
|---|---|--|---|
| S | ⑤ | | ⑩ |
| | ④ | | ⑨ |
| | ③ | | ⑧ |
| | ② | | ⑦ |
| | ① | | ⑥ |

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 広画角で、大きな投射角の仕様範囲内において任意の像位置に歪みのない像を得られる、投射角が可変である投射光学系を実現する。

【解決手段】 複数の光学素子を有し、かつ被投影面とは異なる所定面上に前記画像を結像する性能を有する第 1 光学ブロックを有し、複数の光学素子のうち少なくとも 1 つの光学素子を、実質的に第 1 光学ブロックの射出瞳位置の中心を回転中心にして回転させることによって、投影光学系により投射される前記画像形成素子の像を移動させる及び／又は傾けることを可能とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 4 6 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社